

TRABAJO DE INTENSIFICACIÓN DEL CICLO PROFESIONAL

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**“USO DE TATUAJES EN OVINOS. DESARROLLO DE
UNA TÉCNICA DE MEDICIÓN DE EXPANSIÓN DE
PIEL”**



Guillermina Inés Schulz

Docente Tutor: Ing. Agr. Mag. Pevsner, Damián Andrés

Docente consejero: Dr. Rodríguez Iglesias, Ricardo Manuel

Docente consejero: Dra. De Abreu Rosas, Claudia



Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur

Marzo 2021

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Sur por permitirme la oportunidad de formarme y darme las bases para emprender y construir el camino permanente del aprendizaje.

A Damián y Ricardo por su paciencia y predisposición, la motivación, las charlas y el tiempo dedicado.

A mi familia por el esfuerzo, la confianza, y el apoyo a mi vocación.

A la familia con la que me encontré la vida, y a mis amigos por acompañarme siempre.

A “Stitch Tattoo” Estudio de Tatuajes, por facilitarme material.

ÍNDICE

RESUMEN	7
INTRODUCCIÓN	8
OBJETIVOS	10
MATERIALES Y MÉTODOS	11
Ubicación	11
Animales	13
Modelos de dispositivos	14
Mediciones de expansión de la piel	14
Experiencias	15
Experiencia 1	15
Experiencia 2	15
Experiencia 3	18
Experiencia 4	18
Experiencia 5	20
Experiencia 6	21
RESULTADOS	23
Experiencias	23
Experiencia 1	23
Experiencia 2	23
Experiencia 3	23
Experiencia 4	23
Experiencia 5	31
Experiencia 6	31
DISCUSIÓN	32
CONCLUSIONES	35
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
APÉNDICE	40

Lista de figuras

Figura 1. Ubicación de los partidos de Bahía Blanca y Villarino dentro del mapa de la provincia de Buenos Aires..	12
Figura 2. Mapa con la ubicación de la ciudad de Bahía Blanca y la ubicación de la localidad de Argerich.....	12
Figura 3. Gráfico ilustrativo del diseño de distribución de 19 puntos donde se insertan las agujas en el material duro de soporte.	16
Figura 4. Gráfico ilustrativo del diseño de distribución de 13 puntos donde se insertan las agujas en el material duro de soporte.	16
Figura 5. Esquema de ensamblaje de materiales auxiliares y agujas de un diseño de 13 puntos.	17
Figura 6. Dibujo esquemático de un cordero. Los círculos delimitan las zonas de medición y tatuaje: paleta, costillar y cuarto.....	19
Figura 7. Evolución en dispositivos tipo sello.	21
Figura 8. Máquina para tatuar de fabricación artesanal: componentes.	22
Figura 9. Tendencia general en el animal A para evolución diámetro promedio de fibras.....	28
Figura 10. Evolución del diámetro promedio de las fibras, con barras de error, para la zona de la paleta del animal A	29
Figura 11. Evolución del diámetro promedio de las fibras, con barras de error, para la zona del costillar del animal A.	30
Figura 12. Evolución del diámetro promedio de las fibras, con barras de error, para la zona del cuarto del animal A.	30
Figura 13. Ilustración de los pasos descriptos en la guía de medición con Adobe Photoshop.....	59

Lista de figuras del apéndice fotográfico

Figura A1. Vista lateral del dispositivo prototipo a pequeña escala para tatuar.	41
Figura A2. Vista frontal del dispositivo prototipo para tatuar.	41
Figura A3. Agujas empaquetadas montadas sobre capas de goma eva, modelo de 19 puntos.	42
Figura A4. Incorporación dentro de recipiente contenedor y adición de resina.....	42
Figura A5. Ensamble de recipiente contenedor.	43
Figura A6. Vista inferior del dispositivo de resina de base plana con diseño de 13 puntos.	43
Figura A7. Vista lateral del dispositivo de resina de base plana con diseño de 13 puntos.	44
Figura A8. Argerich, primera fecha 17/10/17, sobre el animal A, inmovilización en mesa, toma de muestras de cada una de las zonas muestreadas.	45
Figura A9. Cargado de tinta a las agujas, modelo de 19 puntos.	45
Figura A10. Impresión de tatuaje.	46
Figura A11. Argerich, segunda fecha 14/11/17, animal A, Paleta I (Diseño de 19 puntos).	46
Figura A12. Argerich, segunda fecha 14/11/17, animal A, Costillar I (Diseño de 13 puntos).	47
Figura A13. Argerich, segunda fecha 14/11/17, animal A, Cuarto I (Diseño de 13 puntos).	47
Figura A14. Argerich, tercera fecha 7/03/18, animal A, Paleta II (Diseño de 19 puntos).	48
Figura A15. Argerich, tercera fecha 7/03/18, animal A, Costillar II (Diseño de 13 puntos).	49
Figura A16. Argerich, tercera fecha 7/03/18, animal A, Cuarto II (Diseño de 19 puntos).	49
Figura A17. Vista inferior del dispositivo de resina con base convexa.	50
Figura A18. Vista lateral del dispositivo de resina con base convexa.	50
Figura A19. Vista inferior del dispositivo de resina con base plana y paquete central de agujas más largo.....	51
Figura A20. Vista lateral del dispositivo de resina con base plana y paquete central de agujas más largo.....	51
Figura A21. Agronomía, animal C, Cuarto. Marca de tatuaje hecha con el dispositivo de base convexa. Buen marcado del punto central y de los puntos periféricos.	52
Figura A22. Agronomía, animal C, Cuarto. Marca de tatuaje hecha con el dispositivo de base convexa. Buen marcado del punto central y de los puntos periféricos.	52

Figura A23. Agronomía, animal C, Cuarto. Marca de tatuaje hecha con el dispositivo de base plana y aguja central más larga. La presencia de una cicatriz impide la visualización de todos los puntos.....	53
Figura A24. Agronomía, animal C, Cuarto. Marca de tatuaje hecha con el dispositivo de base plana y aguja central más larga. Buen marcado del punto central y de los puntos periféricos.....	53
Figura A25. Agronomía, animal D, Cuarto. Modelo de puntos en tinta rosa, del diseño de 13 puntos, sobre la piel hecho con plantilla perforada.	54
Figura A26. Vista lateral de la máquina de tatuar de fabricación artesanal durante el procedimiento de tatuado.	54
Figura A27. Agronomía, animal D, Costillar. Marcado individual de puntos del tatuaje sobre el modelo en tinta rosa, vista inmediatamente después de la inoculación de tinta negra.	55
Figura A28. Agronomía, animal D, Paleta. Marcado individual de puntos del tatuaje sobre el modelo en tinta rosa vista inmediatamente después de la inoculación de tinta negra.	55
Figura A29. Agronomía, animal E, Cuarto. Marcado individual de puntos del tatuaje sobre el modelo en tinta rosa, vista inmediatamente después de la inoculación de tinta negra.	56
Figura A30. Agronomía, animal E, Costillar. Marcado individual de puntos del tatuaje sobre el modelo en tinta rosa, vista inmediatamente después de la inoculación de tinta negra.	56
Figura A31. Agronomía, animal D, Costillar. Vista de marca de tatuaje 15 días después de inoculada la tinta.	57
Figura A32. Agronomía, animal E, Costillar. Vista de marca de tatuaje 15 días después de inoculada la tinta.	57

Lista de tablas

Tabla 1. Medición de expansión de piel: Costillar I, animal A.....	25
Tabla 2. Medición de expansión de piel: Costillar II, animal A.....	26
Tabla 3. Diámetro Promedio de fibras con su variabilidad asociada: Paleta	27
Tabla 4. Diámetro Promedio de fibras con su variabilidad asociada: Costillar	27
Tabla 5. Diámetro Promedio de fibras con su variabilidad asociada: Cuarto	27

RESUMEN

El diámetro promedio de la fibra y el largo de mecha son importantes condicionantes del destino textil y del valor comercial de la lana. Estos atributos presentan variabilidad espacial sobre el vellón. Debido a que la piel actúa como origen y soporte de folículos y fibras, la expansión de la misma durante el crecimiento del animal estaría relacionada con cambios en la relación de competencia entre folículos adyacentes por el sustrato que permite construir las fibras. Estos cambios, a su vez, se verían reflejados en cambios en el diámetro promedio de fibras y en el largo de mecha. Para entender cómo la expansión de la piel durante el crecimiento de un animal puede afectar estos dos atributos de la lana, se buscó desarrollar una técnica que permitiese realizar mediciones de la expansión de la piel de determinadas zonas del cuerpo de corderos, para luego contrastarlas con los cambios en el tiempo del diámetro promedio de la fibra y del largo de mecha de las respectivas zonas.

En este trabajo se desarrollaron seis experiencias para evaluar el desempeño de dos tipos de dispositivos para tatuar, creados *ad hoc*: varios modelos de dispositivos de resina tipo sello y una máquina de tatuar de fabricación artesanal. Además, se realizó el registro fotográfico de las superficies tatuadas en distintas ocasiones con el objetivo de medir la expansión de la piel. Se analizaron muestras de lana de cada zona medida en los animales para conocer el diámetro promedio de la fibra y su variación estándar.

La creación de dispositivos tipo sello permitió el desarrollo de una técnica de tatuaje satisfactoria. La máquina de tatuar de fabricación artesanal no resultó ser lo suficientemente precisa como los dispositivos tipo sello. La metodología de medición presentó diversos inconvenientes que llevaron a que se propongan algunas modificaciones en el protocolo de implantación de una marca tatuada. Entre las modificaciones propuestas se encuentra el registro de la marca tatuada en un plano, para simplificar y automatizar las mediciones. En cuanto al análisis de fibras, identificar en las muestras las fibras meduladas para removerlas o separarlas a fin de evitar distorsiones en el resultado de los análisis.

Por dicho motivo, las asociaciones entre mediciones de expansión de piel y las mediciones de atributos de calidad de lana no fueron concretadas.

INTRODUCCIÓN

Características de Calidad Lanera

El diámetro promedio de la fibra y el largo de mecha son importantes condicionantes del destino textil y del valor comercial de la lana. Estos atributos presentan variabilidad espacial sobre el vellón siguiendo patrones regulares con simetría bilateral, pero variables entre individuos (Rodríguez Iglesias et al., 2009). Dentro de estos patrones, la región de la paleta presenta consistentemente menor diámetro en las fibras de lana. En la región del cuarto (Figura 1) se encuentran fibras más gruesas y en la zona media del costillar diámetros intermedios (Rodríguez Iglesias et al., 2013).

Debido a que la piel actúa como origen y soporte de folículos y fibras, la expansión de la misma durante el crecimiento del animal trae como consecuencia cambios en la densidad folicular. Esto, por consiguiente, genera cambios en la relación de competencia entre folículos adyacentes por el sustrato que permite construir las fibras (Fraser, 1951; Burns, 1954). Por ser los folículos productores de lana los responsables del crecimiento de las fibras (Irazoqui, 1987; Rogers, 2006), estos cambios derivados de la expansión de la piel pueden estar relacionados con cambios en el diámetro de fibras y largo de mecha.

Tatuaje en Ovinos

El tatuaje fue utilizado tradicionalmente en ovinos con fines de identificación (Sánchez Belda, 1958) pero también, en menor medida, con fines experimentales (Burns, 1954; Roseby, 1970; Hynd, 1982; Wodzicka-Tomaszewska y Bigham, 1968; Schinckel, 1960). Los tatuajes identificatorios son comúnmente aplicados en regiones del cuerpo libres de lana o pelo, como la parte interna de la oreja, la base de la cola o la ingle (Caja et al., 2004; Neary y Yager, 2002, Sánchez Belda, 1958; Caja et al., 2004; Neary y Yager, 2002), y son precedidos por la limpieza del área a tatuar. La ejecución del tatuaje *per se* involucra la aplicación de tinta indeleble, en general negra, sobre el área a tatuar y la presión sobre la piel de pinzas conteniendo agujas, de tal modo que éstas penetren hasta llegar a la dermis. Es común reforzar el tatuaje frotando tinta en los orificios dejados por las agujas (Neary y Yager, 2002).

El tatuaje utilizado con fines experimentales integra un método para la determinación del crecimiento de la lana. La lana comprendida dentro de los límites de un área delineada por un tatuaje permanente, con forma de parche de 10 x 10 cm, se colecta a intervalos de tiempo (Schinckel, 1960; Wodzicka-Tomaszewska y Bigham, 1968). Esta técnica ha sido utilizada por

muchos autores para medir el efecto de diferentes tratamientos en el crecimiento total de la lana (Wodzicka-Tomaszewska y Bigham, 1968). Pese a la existencia de antecedentes en experimentación, el tipo de tatuaje empleado funcionaba como un límite estático, utilizar este tipo de tatuaje no permitiría evidenciar cómo ni cuánto se expande la piel a medida que los animales crecen. Un modelo de tatuaje que permita medir cambios en la piel, debería evidenciar cómo ocurre la expansión de piel en el transcurso del crecimiento del animal.

La problemática que se planteó en este trabajo fue la inexistencia de un protocolo detallado para tatuar corderos con el propósito de medir la expansión de la piel. Surgió la necesidad de desarrollar una técnica de tatuado que fuera reproducible y que permitiera hacer un seguimiento de la expansión de la piel de determinadas zonas del cuerpo del animal, zonas que, a diferencia de las utilizadas para identificación, no estuvieran conformadas por tejido cartilaginoso (orejas), ni pudieran ser tratadas como pliegues de piel (ingle, cola) (Sánchez Belda, 1958).

Debido a la similitud en el espesor de la piel de las razas objeto de estudio (Merino y Corriedale) (2,6mm; Fábregas, 2018; Wodzicka-Tomaszewska, 1958) y la piel humana (cerca de 2mm; Ross y Pawlina, 2007), se usó como base los antecedentes de técnicas de tatuaje para humanos (Schreiver et al., 2017; Pérez-Cotapos y Cossio, 2006) con el fin de desarrollar una técnica de tatuaje que fuera aplicable a corderitos.

Se esbozaron dos técnicas junto con un protocolo de aplicación para cada una de ellas. En cada protocolo se especificó la secuencia de acciones llevadas a cabo, referidas a la manipulación de los animales, remoción de lana, procedimiento de tatuado de los animales y tratamiento posterior de la piel.

El seguimiento de la expansión de la piel, que tuvo lugar con el crecimiento de los animales, involucró medidas repetidas de las mismas unidades de observación (Arnau y Bono, 2008). Esto requirió de la observación secuenciada del área de piel delimitada por el tatuaje y de la medición de la expansión de piel.

OBJETIVOS

- 1- Desarrollar una técnica de tatuaje que permita delimitar una superficie de piel de forma y área conocida. Se considerará exitosa una técnica en la que:
 - se pueda plasmar un tatuaje de área definida, fácil de medir y en el que se pueda observar la expansión de la piel de acuerdo al crecimiento del cordero
 - la forma y el tamaño del tatuaje sea repetible en las distintas áreas de aplicación en el animal y en otros animales
 - la forma del tatuaje se pueda constituir por puntos que queden bien impresos en la piel, no desaparezcan con el tiempo y sean fácilmente detectables *a posteriori*
 - se pueda aplicar de manera rápida con mínima incomodidad para el cordero
- 2- Registrar cambios en la expansión de la piel en el tiempo y asociarlos a cambios en diámetro de fibra

Hipótesis

- 1- El tamaño de las áreas tatuadas irá aumentando con el crecimiento del cordero. Al aumentar el área tatuada, disminuirá la densidad de folículos productores de lana. Esto llevará al incremento del diámetro medio de las fibras de lana de la zona medida.
- 2- Las distintas regiones estudiadas, paleta, costillar y cuarto, variarán en el grado de estiramiento de la piel, como así también en los caracteres de calidad de lana. En la zona de la paleta (Figura 1) habrá un menor estiramiento de piel y menor variación en caracteres de calidad de lana en comparación con la zona del cuarto. En la zona del costillar el estiramiento y las variaciones serán intermedios.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

Bahía Blanca

En la ciudad de Bahía Blanca (38° 43' S; 62°16' O), se encuentra el predio del Departamento de Agronomía, perteneciente a la Universidad Nacional del Sur. El predio cuenta con diversas instalaciones de trabajo (Figuras 1 y 2).

Laboratorio. En el Laboratorio de Nutrición Animal se llevó a cabo el diseño y la manufactura de los dispositivos. Siguiendo las normas básicas de seguridad en el laboratorio, se trabajó con guantes para evitar el contacto de la piel con los materiales químicos empleados, respetando las recomendaciones del fabricante. Se trabajó bajo campana de gases para controlar la exposición a vapores tóxicos o inflamables que pudieran desprenderse, y en condiciones de ventilación adecuada.

Corrales de Agronomía. En estas instalaciones se seleccionaron animales y se hicieron diversas experiencias de tatuado.

Argerich

La localidad de Argerich (38° 77' S; 62°60' O) se encuentra en el partido de Villarino, Provincia de Buenos Aires, al sudoeste de Bahía Blanca, distante a 10 kilómetros de la localidad de Médanos y a 35 kilómetros de la ciudad de Bahía Blanca (Figuras 1 y 2).

Campo de Argerich. En el predio del establecimiento con el que la Universidad Nacional del Sur cuenta, ubicado a unos 300 metros de la ruta nacional 22, kilómetro 722, sobre uno de los accesos a la localidad, se seleccionaron animales y se hicieron las primeras experiencias de tatuado.

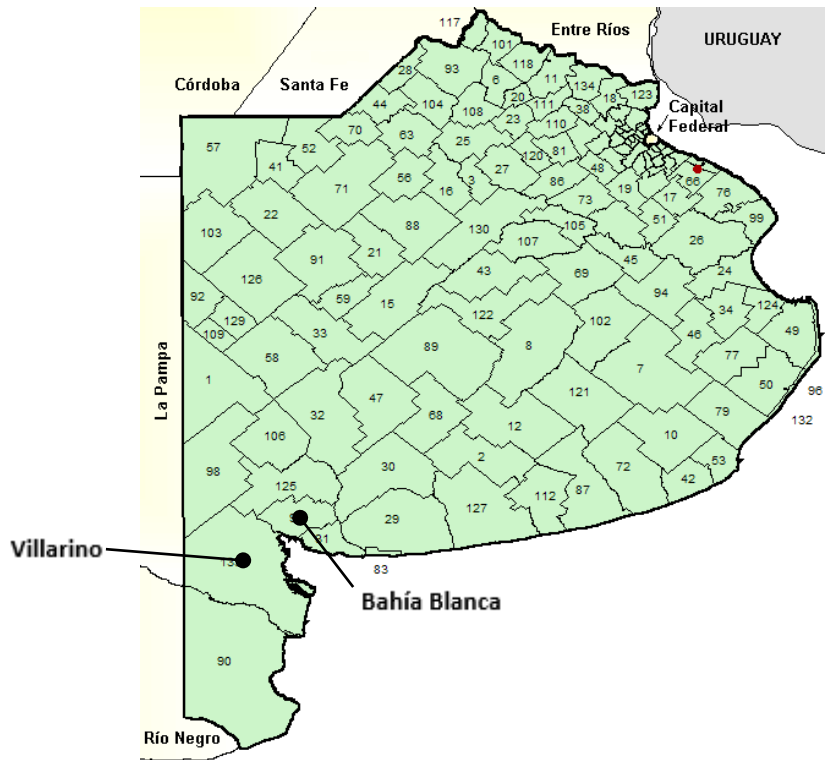


Figura 1: Ubicación de los partidos de Bahía Blanca y Villarino dentro del mapa de la provincia de Buenos Aires. Adaptado de Partidos of Buenos Aires, 2020.

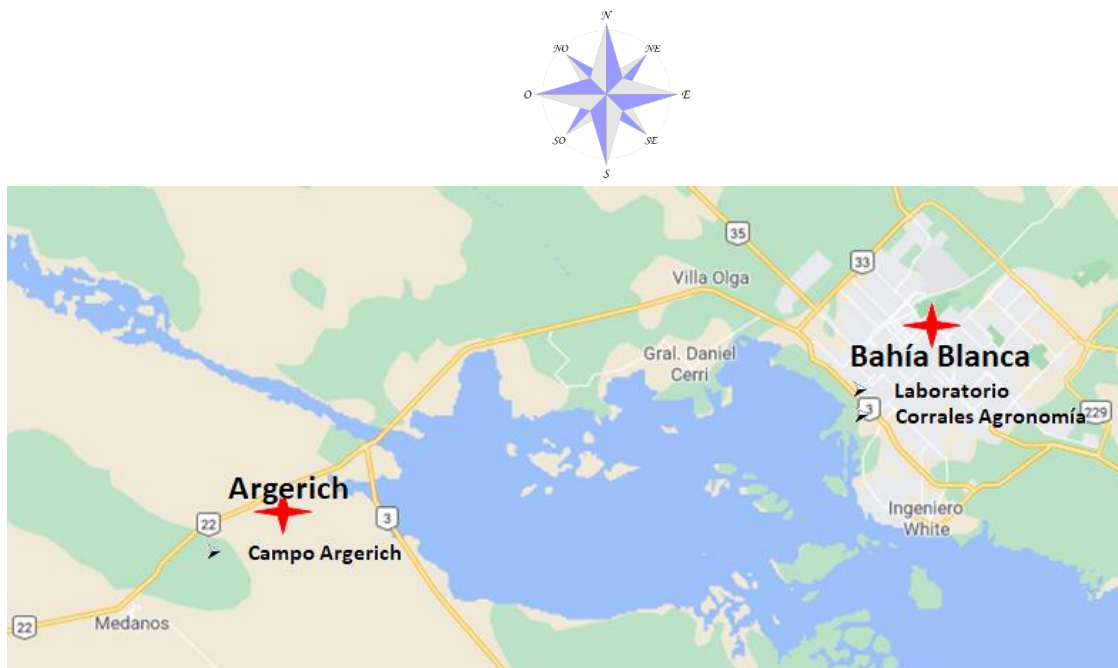


Figura 2: Mapa con la ubicación de la ciudad de Bahía Blanca y la ubicación de la localidad de Argerich. Tomado de Google Maps 2020.

Animales

Se utilizaron para las experiencias los animales que se describen a continuación, caracterizados por raza, sexo, edad y peso al inicio del ensayo, e identificados para este trabajo con una letra.

A. raza: Merino, sexo: macho, edad: 1 mes, peso: 8 kg

B. raza: Merino, sexo: hembra, edad: 2,5 meses, peso: 18 kg

C. raza: Corriedale, sexo: macho, edad: 10 meses, peso: 35 kg

D. raza: Merino, sexo: macho, edad: 12meses, peso: 40 kg

E. raza: Merino, sexo: macho, edad: 12meses, peso: 40 kg

Internacionalmente es reconocida la función esencial del uso de animales vivos en la investigación y la educación, destacándose la necesidad de un tratamiento humanitario hacia los animales y la estrecha relación que existe entre la buena calidad de las investigaciones y el bienestar animal (OIE, 2019b). En la actualidad garantizar el bienestar animal es una responsabilidad humana que requiere consideración desde múltiples aspectos.

Bienestar animal es un término relativo al estado de confort del animal y tanto su interpretación y medición pueden variar según los valores culturales y experiencias personales de los individuos. Según la OIE (2019a), se considera que un animal goza de un estado de bienestar si está saludable, confortable, bien nutrido, seguro, posibilitado de expresar su comportamiento innato, y si no está sufriendo estados desagradables tales como dolor, temor, y angustia.

El empleo de animales en experimentación implica la responsabilidad ética de velar por su bienestar en la mayor medida posible. Esto significa que los animales deben ser cuidados de tal manera que se les minimice el miedo, el dolor, el estrés y el sufrimiento. Atendiendo a esta responsabilidad y siguiendo las recomendaciones establecidas, el bienestar animal fue uno de los aspectos considerados prioritarios en la configuración del diseño de los dispositivos de tatuaje. Lo que se buscó fue el desarrollo de dispositivos y procedimientos que generaran la menor incomodidad posible durante el manejo de los animales y el mínimo dolor durante el procedimiento de tatuado (Humane Farm Animal Care, 2013).

Modelos de Dispositivos

La forma irregular en que ocurre el estiramiento de la piel en los animales con el crecimiento (Bennett, 1973) fue el otro aspecto que revistió gran importancia para el diseño; éste debía permitir realizar mediciones de ese estiramiento. Teniendo en cuenta esta característica como condicionante y respondiendo al objetivo perseguido, se estableció como meta lograr conformar sobre la piel del animal un círculo de puntos periféricos equiespaciados e isodistantes a un punto central que actuara como referencia, para así poder registrar los cambios en las distancias entre los mismos y de este modo medir el estiramiento. El abordaje de esta problemática se realizó desde dos propuestas alternativas: la creación de instrumento para tatuar, con diseño prefijado, y el uso de una máquina tatuadora de fabricación artesanal.

Creación de Instrumento Para Tatuar

Una de las alternativas consistió en el desarrollo de un dispositivo, a partir de un esquema básico, que estuviera compuesto por material que pudiera adquirir forma cilíndrica con las dimensiones que se considerasen apropiadas, que tuviera la suficiente dureza y actuara como soporte para agujas de tatuar. Para la manufactura de los dispositivos tatuadores se utilizó resina epóxica o cristal líquido, un polímero termoestable que pasa del estado líquido al sólido cuando se le agrega un endurecedor o catalizador, y que al ser vertido en un molde se endurece, adquiriendo la forma del mismo. Con los materiales seleccionados (Ver apéndice A) se ensayaron diferentes combinaciones y diseños hasta lograr distintos dispositivos con las características deseadas de forma, dureza, cantidad y disposición de agujas.

Utilización de Máquina de Tatuar de Fabricación Artesanal

La segunda alternativa exploró la posibilidad de realización del mismo diseño dibujando los puntos sobre la piel del animal por medio de una plantilla, y sobre esos puntos dibujados previamente, se realizó el tatuaje individual de cada punto con máquina de tatuar artesanal.

Mediciones de expansión de piel

Las mediciones de expansión de la piel se realizarían sobre fotografías tomadas del área estudiada, delimitada por el tatuaje. La fotografía científica brinda la posibilidad de realizar mediciones geométricas sobre la propia imagen con el fin de determinar distancias, áreas o angulaciones de las formas u objetos (Pereira, 2012). Para ello se debía disponer de una imagen libre de distorsiones geométricas, de lo contrario las mediciones realizadas sobre la imagen se

verían desvirtuadas. En los registros fotográficos, como referencia dimensional reconocible sobre la piel, se utilizó una regla graduada para dar escala a la imagen.

Experiencias

La secuencia de experiencias desarrolladas abarcó la planificación y confección de dispositivos para tatuar, las mediciones de expansión de la piel, y la medición del diámetro medio de fibras de las zonas donde se realizaron los tatuajes.

Experiencia 1:

Puesta a prueba del correcto ensamblaje de los materiales

Se confeccionó un pequeño sello, conformado por un tubo plástico de aproximadamente 2 cm de diámetro como contenedor de la resina, y en el centro 6 agujas empaquetadas (Figuras A1 y A2). Para lograr que las agujas se introdujeran en una capa de piel de 2 mm de espesor, las puntas debían sobresalir del soporte; para regular esa longitud se utilizó un trozo de goma eva de aproximadamente 2 mm de espesor, al cual se clavaban las puntas de las agujas. Ante la necesidad de ajustar las proporciones de resina y catalizador se reformuló el procedimiento de preparación, incluyendo en el mismo medidas tanto de peso como de volumen de los materiales. Consecuentemente se pesó la cantidad de resina que podía ser contenida por un recipiente metálico, previamente tarado y luego se calculó la proporción de catalizador necesaria. Con una jeringa se agregó la cantidad necesaria de catalizador a la resina. Posteriormente se homogenizó la mezcla con auxilio de una varilla plástica y luego se traspasó la misma a un recipiente forrado con nylon, dejando secar por aproximadamente 48 horas.

Experiencia 2

Proyección de dos opciones de diseños circulares de disposición de agujas y ensayo de armado de dispositivo tipo sello para tatuar

Se proyectaron sobre papel, dos diseños circulares alternativos de disposición de agujas.

El primero (Figura 3), combinando un punto central y 12 externos, con el agregado de 6 puntos internos. Los 6 puntos internos son intermedios entre el central y los externos, y se ubican sobre seis líneas intersectadas a 60°, que contiene cada una un par de dichos puntos y un par de los puntos externos, resultando de 19 puntos. Tres rectas resultantes pasan por el punto central. El segundo diseño, de 13 puntos (Figura 4), se realizó de manera similar al anterior. Posee un punto central que se tomó como punto de partida para trazar con compás los 12 puntos externos del círculo, respetando un ángulo de 30° entre un punto y otro.

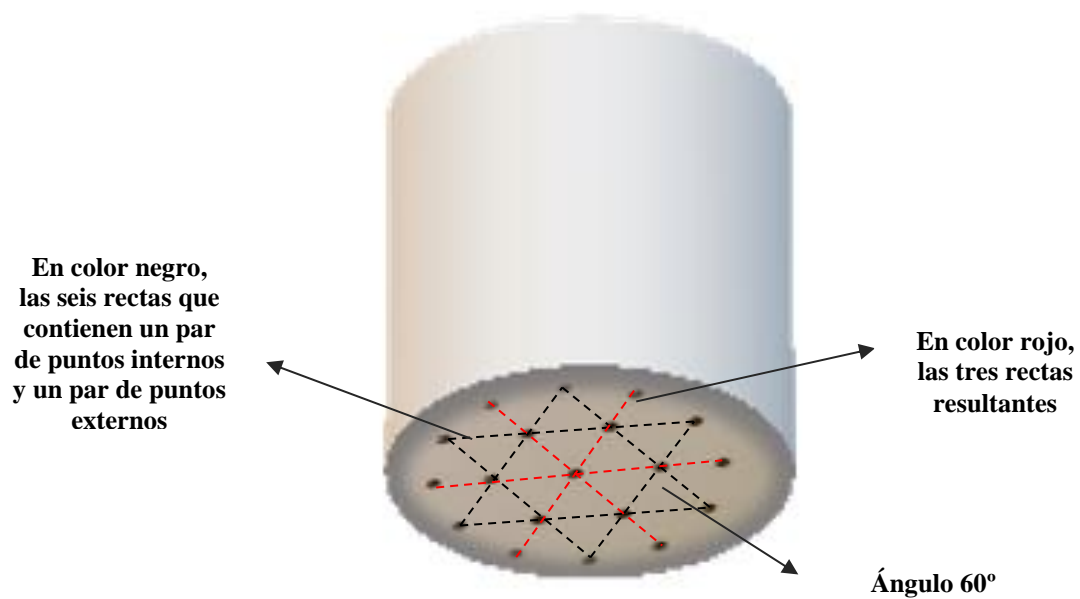


Figura 3: Gráfico ilustrativo del diseño de distribución de 19 puntos donde se insertan las agujas en el material duro de soporte.

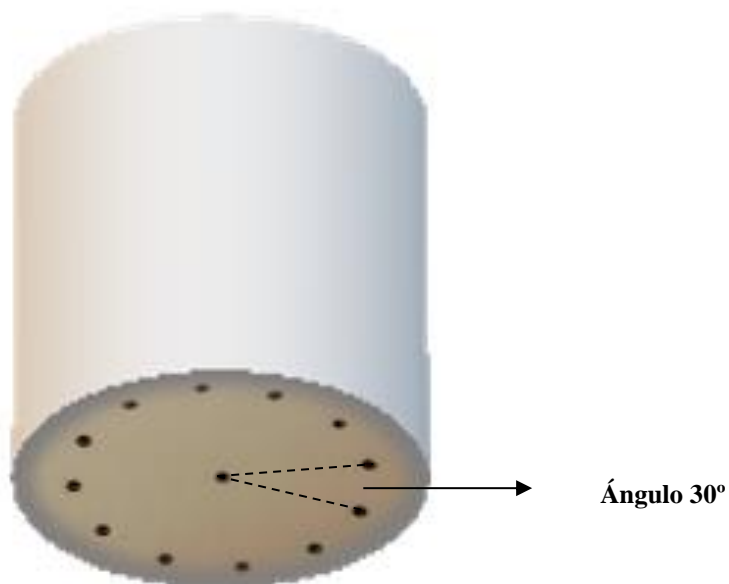


Figura 4: Gráfico ilustrativo del diseño de distribución de 13 puntos donde se insertan las agujas en el material duro de soporte.

En el armado de los dispositivos, todos los puntos, con excepción del central, constaron de dos agujas empaquetadas, número que se determinó considerando el compromiso entre una buena penetración en la piel y el ingreso de una adecuada cantidad de tinta. Dado que la inoculación de tinta se hace una sola vez, a diferencia del tatuaje tradicional en humanos en que la aguja penetra la piel reiteradas veces en el mismo punto, y con el objetivo de que penetre suficiente tinta, se decidió utilizar paquetes conformados por más de una aguja. Al punto central se le dio mayor importancia, dado que este sería utilizado como referencia para realizar las mediciones y, por lo tanto, debía ser bien visible. Considerando que al aplicar presión sobre el dispositivo, ésta se reparte entre las agujas, penetrando las externas con mayor facilidad y generándose resistencia a la penetración en el punto central, se optó por usar 4 agujas empaquetadas en el punto central de forma que permitiera alcanzar un buen marcado y obtener un punto de mayor diámetro.

Al ensayar la preparación del primer dispositivo, un esquema de 19 agujas, se insertaron las agujas en doble capa de goma eva con dos objetivos: en primer lugar, para regular cuanto éstas iban a sobresalir del dispositivo; en segundo lugar, para evitar que la resina les recubriera las puntas. Una vez seca la resina, se removió la capa de goma eva quedando las puntas de las agujas libres. Se utilizó una tercera capa de goma eva con perforaciones, colocada aproximadamente a dos tercios de la altura del largo de las agujas. La función de esta capa fue de sostén para mantener la verticalidad y la correcta distancia entre las agujas, permitiendo el libre pasaje de la resina (Figura 5 y Figura A3).

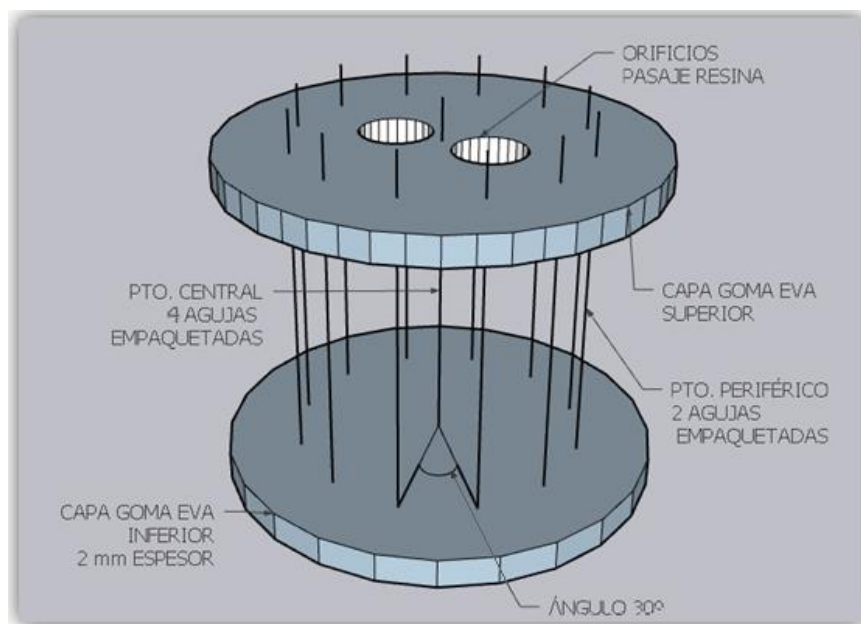


Figura 5: Esquema de ensamblaje de materiales auxiliares y agujas de un diseño de 13 puntos (diseñado con SketchUp Pro).

Experiencia 3

Obtención de un primer dispositivo y prueba sobre material de goma eva.

Para resolver los inconvenientes generados por la utilización de envase plástico incompatible con la preparación de resina y catalizador, en esta experiencia se utilizó como recipiente contenedor un vaso de precipitado de vidrio de aproximadamente 5 cm de diámetro, forrado con una capa de nylon, para evitar que la resina se adhiriera al vidrio.

Nuevamente se utilizó el diseño de 19 puntos y la mezcla de resina y catalizador fue adicionada en dos pasos: en un primer paso una capa inferior de 3 cm, y 24 h después una capa superior de 2 cm hasta cubrir las agujas. La adición de resina se fraccionó en 2 pasos para mantener el ensamblaje de agujas y goma eva en su lugar, evitando que éste se separara del fondo del molde y flotara.

Una vez seco, y para retirar el dispositivo, se debió romper el recipiente contenedor. Luego se probó el funcionamiento del dispositivo sobre capa de goma eva cubierta con una fina película de aceite. Se aplicó una capa de tinta y se presionó el dispositivo, posteriormente se lavó con agua y detergente la goma eva para verificar el marcado de los puntos.

Experiencia 4

Utilización de dos dispositivos, uno con un diseño de 19 puntos y otro de 13 puntos, sobre animales.

Se mejoró la uniformidad en la superficie de la resina y la verticalidad de las agujas. Este dispositivo, junto con el obtenido en la experiencia anterior, se utilizó en animales. Para mejorar la uniformidad de la resina de la cara inferior del dispositivo, que porta las puntas de las agujas, se empleó como recipiente contenedor un caño de PVC con tapa plana, de aproximadamente 4,5 cm de diámetro, forrado interiormente con una capa de nylon para evitar la adhesión de la resina al plástico. La disposición de agujas en este caso fue igual a la del diseño anterior. La resina, junto con el catalizador, fue adicionada en dos pasos, al igual que en la Experiencia 3.

Estos dispositivos fueron utilizados sobre animales que se encontraban en condiciones de campo. En el campo de Argerich, se seleccionaron dos animales, A y B.

Las tres zonas diferentes de ubicación del tatuaje fueron: paleta, costillar y cuarto trasero (Figura 6), delimitándose un círculo de alrededor de 10 cm de diámetro por zona.

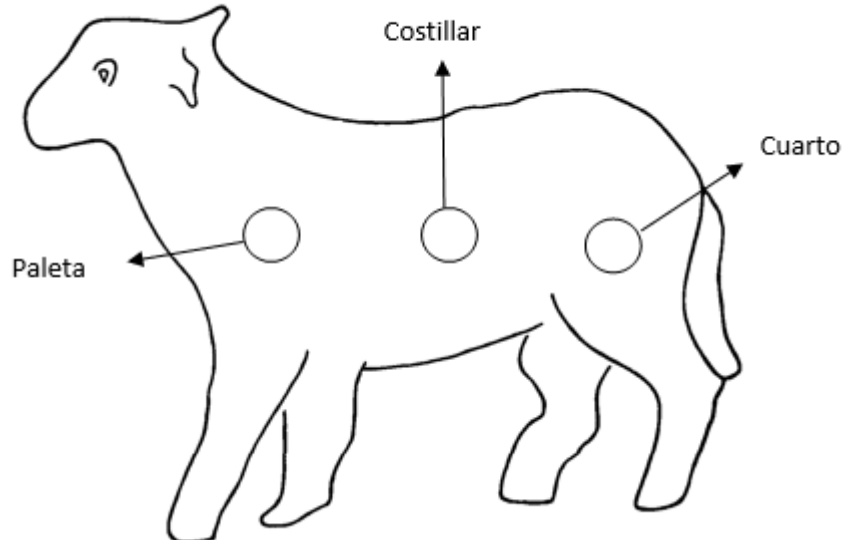


Figura 6: Dibujo esquemático de un cordero. Los círculos delimitan las zonas de medición y tatuaje: paleta, costillar y cuarto.

El procedimiento de tatuado se realizó con los animales cuidadosamente inmovilizados sobre una mesa de envellonar (Figura A8). Se tomaron muestras de lana, recogidas en bolsas previamente rotuladas con información de número de animal, fecha y zona, de cada una de las áreas seleccionadas. Primeramente, se cortó la lana existente con tijeras procurando un corte al ras de la piel. Luego se afeitó la zona y se imprimió el tatuaje con tinta china (Figura A10). Más tarde se limpió y se aplicó curabichera cicatrizante y epitelizador en aerosol, para evitar posibles daños en la piel.

En una segunda visita, transcurrido un mes del procedimiento de toma de muestras y tatuado, se volvió a retirar toda la lana y afeitar las tres zonas de los 2 animales para verificar el tatuaje. En esta oportunidad no se colectaron muestras de lana por el escaso crecimiento de las fibras, debido al corto período transcurrido luego de la visita anterior. Se intervino, a modo de prueba, el individuo macho en la zona del costillar, remarcando un punto con máquina de tatuar eléctrica y tinta china para lograr mayor visibilidad de puntos.

Transcurridos aproximadamente cuatro meses desde el tatuado, se realizó otra visita durante la cual se registró la pérdida del animal B, quedando únicamente disponible el animal A. En éste el crecimiento de las fibras permitió nuevamente colectar muestras de lana de cada una de las áreas seleccionadas, y posteriormente al afeitado de la zona se registró cada una fotográficamente. En una visita posterior se constató la pérdida del animal A por un problema generalizado en la piel, que impidió tanto la visualización del tatuaje en cada zona como la toma de muestras de lana.

El material obtenido hasta ese momento permitió analizar muestras tomadas en el animal A, en dos fechas sucesivas, de cada una de las tres zonas estudiadas, con dos réplicas (submuestras) de cada zona. Tanto el diámetro promedio como la variabilidad de finura de lana se analizaron utilizando un microscopio de proyección midiendo aleatoriamente 200 fibras por muestra. Sobre los registros fotográficos de los tatuajes se hicieron mediciones de la expansión de la piel, solamente en la zona del costillar del animal, ya que fue la única que conservó visibles todos los puntos del diseño (Figura A14 y A15, apéndice).

Experiencia 5

Confección de dos nuevos dispositivos, con diseño de 13 puntos modificados para lograr mejor visibilidad del punto central y aplicación sobre animales.

La experiencia se concentró en realizar modificaciones en los dispositivos de 13 puntos (Figura 7) con el propósito de mejorar el marcado del punto central considerando las dificultades que se presentaron para lograrlo en la experiencia anterior.

Se trabajó en la elaboración de dos nuevos dispositivos. Uno con la superficie de la base convexa formado por 13 puntos, 12 externos correspondientes a grupos de 3 agujas empaquetadas y uno central de 6 agujas. Para la confección se utilizó una base cóncava, con las agujas insertas en doble capa de goma eva, de forma que todas sobresalieran la misma longitud. El segundo dispositivo se confeccionó con la superficie de la base plana y la aguja central más larga. Para lograr esto se hizo que el grupo central atravesase 3 capas de goma eva, mientras que los periféricos solo atravesaron 2 capas. Ambos dispositivos se prepararon utilizando como recipiente contenedor caño de PVC, de aproximadamente 4,5 cm de diámetro, forrado interiormente con una capa de nylon para evitar que la resina se adhiriera al plástico. La resina se agregó en un único paso. Se utilizó como contrapeso el dispositivo obtenido en la experiencia anterior para impedir que floten los materiales ensamblados mientras solidificaba la resina.

Con los dispositivos logrados, se tatuó un animal C, seleccionado de los animales disponibles en los corrales del predio del Departamento de Agronomía. En la zona del cuarto, se efectuaron cuatro marcas de tatuaje, dos marcas de cada tipo de dispositivo. Aproximadamente una semana después se verificó el estado de cada una de ellas.

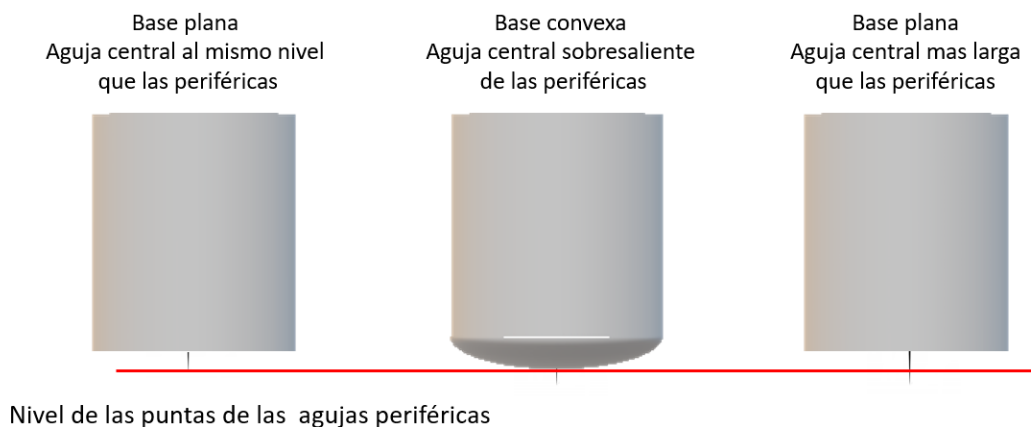


Figura 7: Evolución en dispositivos tipo sello.

Experiencia 6

Empleo de máquina de tatuar de fabricación artesanal, aplicación sobre animales.

Se exploró la opción de utilizar la combinación de una plantilla perforada con diseño de puntos y máquina para tatuar. La plantilla se confeccionó con una capa simple de goma eva, sobre la que se marcó el diseño de puntos y luego se perforó con sacabocados en la posición de cada punto. Esta plantilla sirvió como molde para hacer marcas sobre la piel con tinta indeleble. Se utilizó una máquina para tatuar de fabricación artesanal compuesta por cuerpo de lapicera, botón plástico, cepillo de dientes, motor eléctrico, conexión eléctrica, cuerpo punzante (cuerda de guitarra), y cinta aisladora para unir elementos (Figura 8).

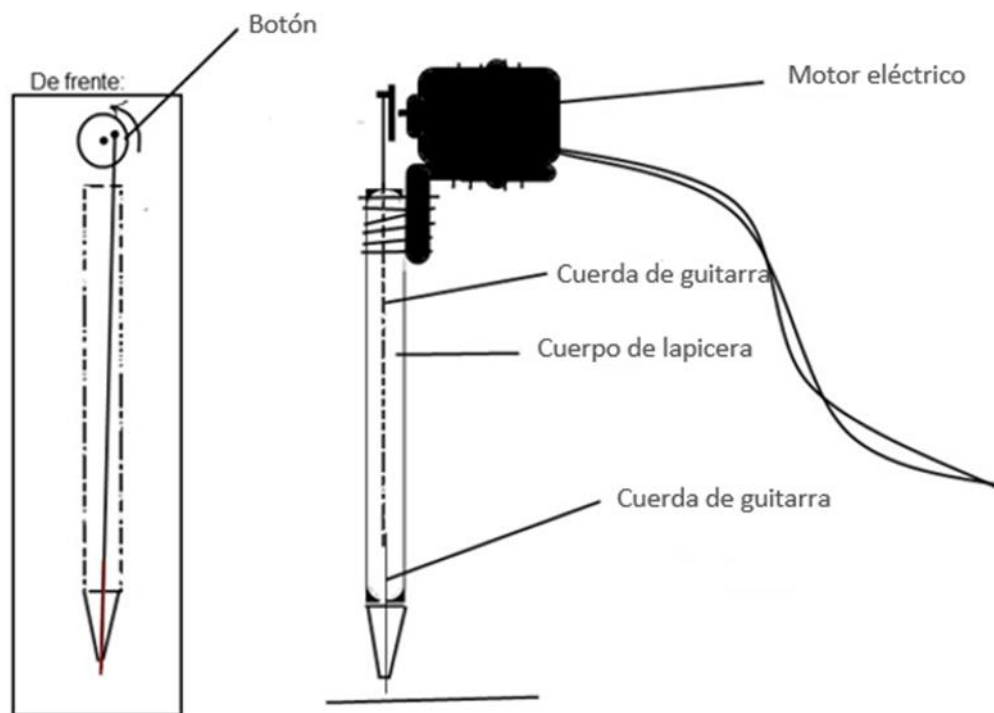


Figura 8: Máquina para tatuar de fabricación artesanal: componentes. Adaptado de Batista, H. 2013.

Nuevamente en las instalaciones de los corrales del predio de Agronomía, se apartaron dos animales, D y E. En uno de ellos se tatuaron 3 zonas y en el otro únicamente dos zonas. Se utilizó como soporte del diseño o molde, una capa de goma eva con diseño de 13 puntos perforados, de igual disposición que en la Figura 4.

En esta experiencia, se peló casi al ras cada zona con máquina peladora dejando un mínimo remanente de lana para evitar los problemas derivados del afeitado, tales como el mojado la piel, lastimaduras, cicatrices, aumento de la susceptibilidad al ataque por microorganismos patógenos. Una vez pelada la zona, se realizaron las marcas con plantilla sobre la piel del animal con tinta indeleble de un color diferente al negro de la tinta china, se retiró la plantilla y se marcó cada punto en forma individual con la máquina de tatuar y tinta china (Figuras A25 y A26, apéndice).

RESULTADOS

Experiencias

Experiencia 1

Puesta a prueba del correcto ensamblaje de los materiales

Se obtuvo un material de dureza adecuada, quedando fijadas las proporciones de resina y catalizador a utilizar, así como el procedimiento de preparación (Figuras A1 y A2, apéndice).

Experiencia 2

Proyección de dos opciones de diseños circulares de disposición de agujas y ensayo de armado de dispositivo.

Verter la resina en un solo paso dentro del recipiente contenedor hizo que el conjunto de materiales ensamblados flotara, por el efecto de la capa superior de goma eva. La experiencia fracasó por ruptura del recipiente plástico utilizado como contenedor, por ser este material un tipo de plástico incompatible con los materiales de la preparación de resina y catalizador (Figuras A3 y A4, apéndice).

Experiencia 3

Obtención de un primer dispositivo y prueba sobre material de goma eva.

El resultado fue satisfactorio en cuanto al logro del ensamblaje de las piezas y la obtención del dispositivo, debiéndose mejorar la regularidad de la cara inferior de la capa de resina, además de la posición de las puntas de las agujas empaquetadas que se observaron levemente inclinadas, posiblemente debido a la adición de la resina en dos pasos. Esto último guarda relación con las características del material, es decir, la liberación de calor que se produce en el proceso de reacción de la resina con el catalizador, puede generar burbujas que afectan la posición de las agujas (Figuras A5, A6 y A7, apéndice).

Experiencia 4

Utilización de dos dispositivos, uno con un diseño de 19 puntos y otro de 13 puntos, sobre animales.

La piel de algunos animales Merino y otras razas relacionadas tiende a ser arrugada (Scobie et al., 2006). Los animales seleccionados para este trabajo presentaban arrugas de piel que dificultaron el afeitado de cada zona, la impresión del tatuaje y posteriormente las mediciones de expansión

de piel. Al afeitar la zona se produjeron escoriaciones sobre las arrugas. Para imprimir el tatuaje fue necesario previamente estirar la piel (Figura A13, apéndice).

Se observó un mejor marcado en los tatuajes que fueron hechos con el diseño de 12 puntos externos y 1 punto central. Probablemente una menor cantidad de puntos distribuida en una misma superficie contribuyó a que cada paquete de agujas penetrara mejor en la piel. Sobre este último diseño, se determinó la necesidad de realizar modificaciones en el dispositivo, con el fin de garantizar el marcado y la posterior visibilidad del punto central (Figuras A8 a A16, apéndice).

Durante las sucesivas visitas al campo se registraron en orden cronológico, la pérdida física del animal B por razones desconocidas, y la posterior pérdida del animal A, como unidades de experimentación.

La pérdida del animal B es atribuible a la presencia de depredadores en la zona o a la sustracción por humanos, causas comunes de pérdida de animales en los establecimientos. Son frecuentes en la zona los reportes de predación de ganado ovino por puma, con eventos de ocurrencia nocturna y preferentemente en cultivos y pastizales con arbustos (Guerisoli, 2018).

La pérdida del animal A se originó por un problema generalizado en la piel, de tipo indeterminado. La afección de la piel en este último, probablemente como resultado de humedecer la piel y lana para poder afeitar la zona a medir, impidió tanto la visualización del tatuaje en cada zona como la toma de muestras de lana.

Si bien no se logró disponer de un diagnóstico concluyente sobre el tipo de enfermedad de la piel, dado que escapaba a las posibilidades y recursos asignados, se presumió, a partir de la observación de lesiones cutáneas en forma de costras no pruriginosas en coincidencia con condiciones de humedad y temperatura (elevada humedad y temperatura cálida) que se presentaron en la estación otoñal, que podría tratarse de un caso de dermatofilia. La dermatofilia, es una infección epidérmica, que se presenta como una dermatitis de carácter proliferativo y exudativo, caracterizada por la formación de costras duras no pruriginosas que se adhieren firmemente a la piel afectada (Dickson y Costa, 2010). El agente causal es *Dermatophilus congolensis*, una bacteria gram positiva de distribución mundial. Incide mayormente en animales jóvenes, que al no haber desarrollado anticuerpos protectores, se contagian de los animales adultos portadores de la enfermedad (Robles y Olaechea, 2001). Con frecuencia se asocia a una invasión bacteriana secundaria que produce un copioso exudado (Cetra, 2005). Comúnmente la severidad de la enfermedad se vincula con la abundancia de *Pseudomonas aeruginosa* sobre la piel (Norris et al., 2008).

Las mediciones de expansión de la piel se hicieron sobre fotografías de la marca tatuada en la zona del costillar del animal A, tomadas en la segunda y tercera visitas, ya que ésta fue la única zona que conservó todos los puntos del diseño. Las fotografías se tomaron con la superficie de piel afeitada, y adyacente a ella una regla graduada para dar escala a la imagen. Se contrastaron las medidas de cada una de las fechas evaluadas (2 meses y 5 meses de edad) con la medida del tatuaje original. Si bien se constató expansión de la piel, dado que los puntos periféricos no estaban referenciados, no se pudieron hacer comparaciones para un mismo punto en fechas sucesivas (Tablas 1 y 2).

El proceso de medición sobre fotografías presentó inconvenientes, por la posibilidad de introducción de errores durante la etapa de ajuste de las mismas a escala real. No se tuvo en cuenta, al momento de hacer las capturas fotográficas, que en caso de que el objeto poseyera aberraciones de perspectiva, la referencia dimensional se vería distorsionada (Pereira, 2012). Además, las arrugas de la piel pudieron haber alterado la toma de datos debido a que la técnica se ajusta a mediciones sobre superficies planas.

Tabla 1

Medición de expansión de piel: Costillar I, animal A

Medición	Distancia Original (17/10/17)	Distancia 2° Fecha (14/11/17)	Medición	Distancia Original (17/10/17)	Distancia 2° Fecha (14/11/17)
	P _n a R	P _n a R		P _n a P _{n+1}	P _n a P _{n+1}
	mm	mm		mm	mm
P1-R	18	20,8	P1-P2	9	9,2
P2-R	18	20,0	P2-P3	9	10,8
P3-R	18	21,5	P3-P4	9	8,5
P4-R	18	20,8	P4-P5	9	10,0
P5-R	18	16,2	P5-P6	9	12,3
P6-R	18	14,6	P6-P7	9	10,8
P7-R	18	19,2	P7-P8	9	9,2
P8-R	18	20,8	P8-P9	9	7,7
P9-R	18	21,5	P9-P10	9	9,2
P10-R	18	18,5	P10-P11	9	10,0
P11-R	18	16,2	P11-P12	9	11,5
P12-R	18	18,5	P12-P1	9	9,2
Total	216	228	Total	108	118

Nota: Comienza la medición en un punto y se prosigue el sentido de las agujas del reloj. P_n: cada uno de los puntos periféricos desde 1 hasta 12. R: punto central de referencia.

Tabla 2*Medición de expansión de piel: Costillar II, animal A*

Medición	Distancia Original (17/10/17)	Distancia 3° Fecha (07/03/18)	Medición	Distancia Original (17/10/17)	Distancia 3° Fecha (07/03/18)
	P _n a R	P _n a R		P _n a P _{n+1}	P _n a P _{n+1}
	mm	mm		mm	mm
P1-R	18	23,8	P1-P2	9	13,1
P2-R	18	27,4	P2-P3	9	13,1
P3-R	18	25,0	P3-P4	9	11,9
P4-R	18	26,2	P4-P5	9	11,9
P5-R	18	23,8	P5-P6	9	14,3
P6-R	18	25,0	P6-P7	9	15,5
P7-R	18	26,2	P7-P8	9	13,1
P8-R	18	27,4	P8-P9	9	11,9
P9-R	18	26,2	P9-P10	9	14,3
P10-R	18	27,4	P10-P11	9	10,7
P11-R	18	23,8	P11-P12	9	17,9
P12-R	18	25,0	P12-P1	9	13,1
Total	216	307	Total	108	161

Nota: Comienza la medición en un punto y se prosigue el sentido de las agujas del reloj. P_n: cada uno de los puntos periféricos desde 1 hasta 12. R: punto central de referencia.

Entre los procesos de distorsión generados por el uso de fotografías digitales se encuentra la distorsión por paralaje: cuando un objeto no está centrado en el objetivo de la cámara se genera una distorsión por la percepción de la posición del objeto. La paralaje va acompañada de la distorsión generada por las lentes, ya que el objetivo de una cámara tiende a curvar las líneas de un objeto en los laterales de la imagen tomada. Estas dos distorsiones pueden ser superadas al posicionar el objeto a fotografiar en la parte central de la fotografía tomada (Bustos-Pérez, 2016). Se solucionaría haciendo una copia en papel translúcido sobre la piel de los puntos que componen la marca tatuada y escaneándolo para convertirlo en imagen.

Otra distorsión a considerar es la distorsión por proporción anchura/altura de los píxeles, ya que dos longitudes iguales, pero perpendiculares, pueden estar representadas por diferente cantidad de píxeles. Esta distorsión es importante, pero puede ser solucionada escalando adecuadamente la fotografía (Bustos-Pérez, 2016).

Tabla 3*Diámetro Promedio de fibras con su variabilidad asociada: Paleta.*

Fecha	17/10/17	17/10/17	07/03/18	07/03/18
Muestra				
N°	1	2	1	2
Diámetro Promedio fibra				
µm	17,9	18,7	16,49	17,03
Desvío Estándar				
µm	3,9	4,0	2,5	2,5

Nota: Diámetro Promedio de fibras, en unidades de micrómetros con su variabilidad asociada calculada como desvío estándar, en micrómetros. El promedio se calculó sobre los datos obtenidos de mediciones de 200 fibras por muestra.

Tabla 4*Diámetro Promedio de fibras con su variabilidad asociada: Costillar.*

Fecha	17/10/17	17/10/17	07/03/18	07/03/18
Muestra				
N°	1	2	1	2
Diámetro Promedio fibra				
µm	18,3	18,3	15,8	17,0
Desvío Estándar				
µm	4,0	4,2	2,6	2,9

Nota: Diámetro Promedio de fibras con su variabilidad asociada calculada como desvío estándar, en unidades de micrómetros. El promedio se calculó sobre los datos obtenidos de mediciones de 200 fibras por muestra.

Tabla 5*Diámetro Promedio de fibras con su variabilidad asociada: Cuarto.*

Fecha	17/10/17	17/10/17	07/03/18	07/03/18
Muestra				
N°	1	2	1	2
Diámetro Promedio fibra				
µm	20,7	21,7	19,3	17,9
Desvío Estándar				
µm	5,4	5,7	2,9	2,9

Nota: Diámetro Promedio de fibras con su variabilidad asociada calculada como desvío estándar, en unidades de micrómetros. El promedio se calculó sobre los datos obtenidos de mediciones de 200 fibras por muestra.

El análisis de los datos obtenidos de mediciones de fibras arrojó como resultado una disminución del diámetro promedio de las fibras de cada zona en las sucesivas fechas de muestreo (Figura 9), en contraposición a lo esperado: observar fibras más finas al principio del experimento y más gruesas conforme avanza el crecimiento del animal.

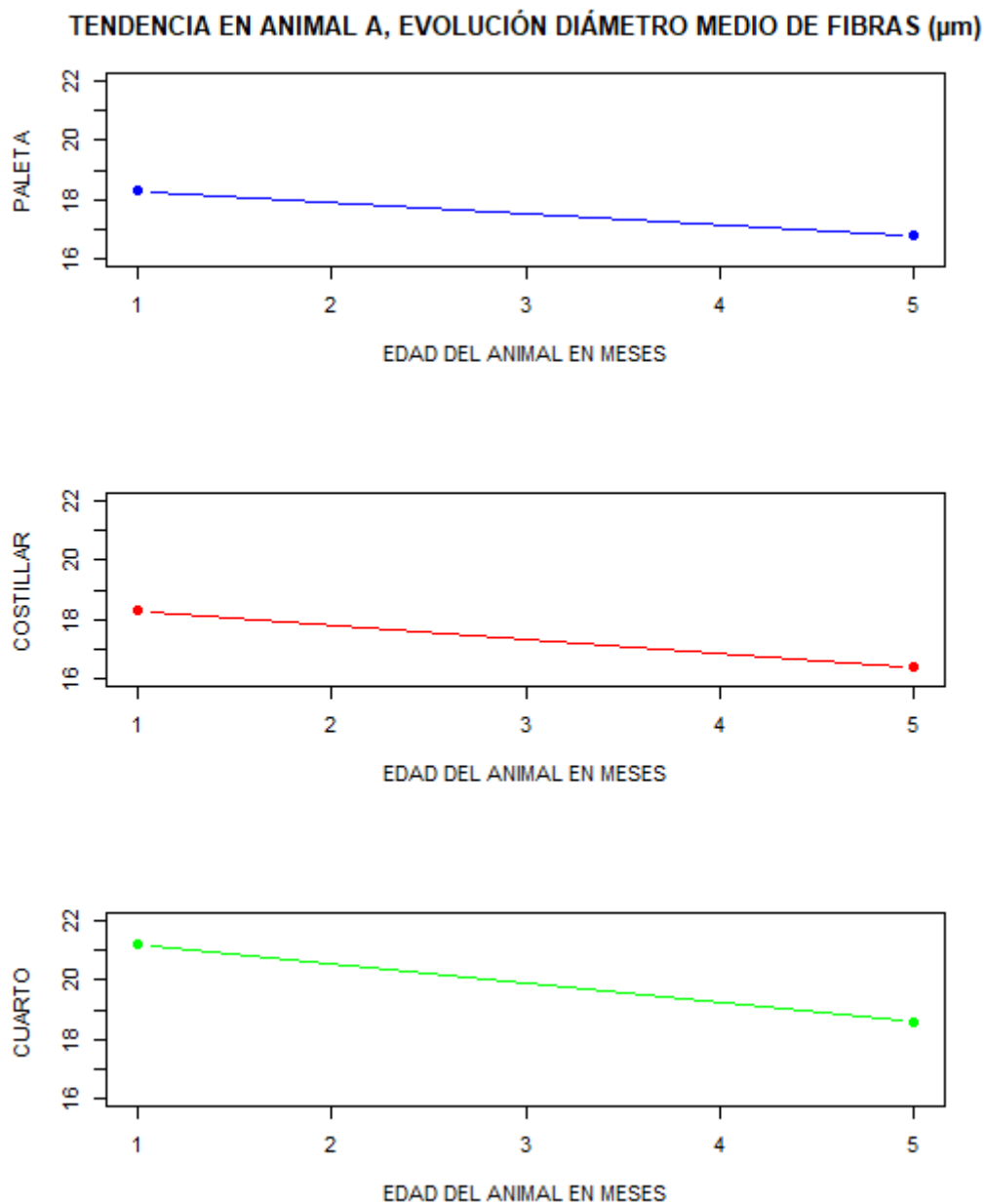


Figura 9: Tendencia general en el animal A para evolución diámetro promedio de fibras.

En el análisis de las muestras de la primera fecha, el mayor desvío podría deberse a la presencia fibras más gruesas (kemps, halo) con las que el animal nace (Figuras 10, 11 y 12), al momento del nacimiento algunos corderos cuentan con un halo formado por pelos que sobresalen del vellón y kemps (Kemper et al., 2003).

Los kemps son fibras meduladas más gruesas y cortas que los pelos (Yeates et al., 1975). Pelos y kemps son fibras meduladas, lacias y opacas, más gruesas que las fibras de lana (Irazoqui, 1987). Después del nacimiento, la capa de nacimiento es progresivamente reemplazada por el vellón adulto (Kemper et al., 2003). Los kemps se mudan alrededor del tercer mes después del nacimiento (Dry y Ross, 1944), y son reemplazados por kemps posteriores o secundarios. Los pelos de halo casi siempre se desprenden y son reemplazados por fibras más finas (Burns, 1966).

Considerando que las primeras muestras fueron tomadas de animales menores de 3 meses, éstos todavía no habrían perdido las fibras gruesas del abrigo de nacimiento, situación que podría explicar la disminución del diámetro promedio de las fibras en las muestras de la segunda fecha tomadas a los 5 meses como también la disminución del desvío estándar (Figuras 10 a 12). El valor promedio y la desviación estándar para cada edad se calcularon con datos de dos submuestras.

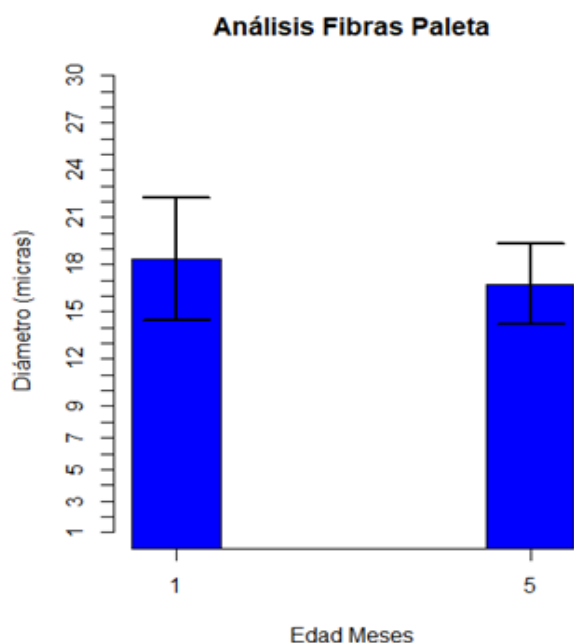


Figura 10: Evolución del diámetro promedio de las fibras, con barras de error, para la zona de la paleta del animal A.

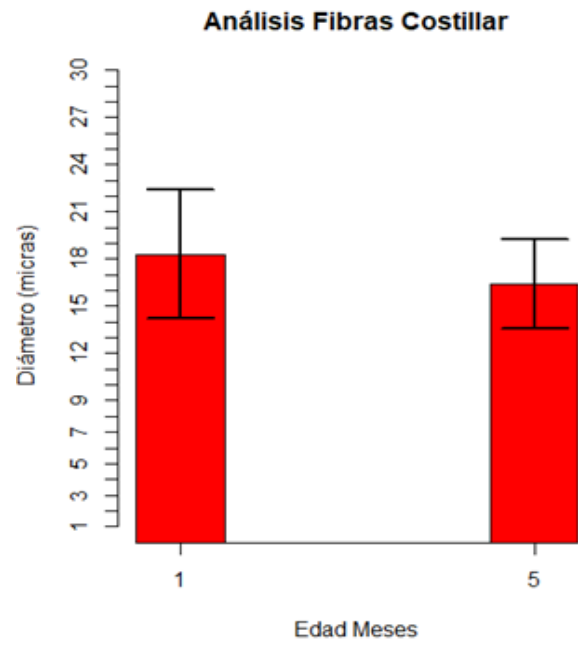


Figura 11: Evolución del diámetro promedio de las fibras, con barras de error, para la zona del costillar del animal A.

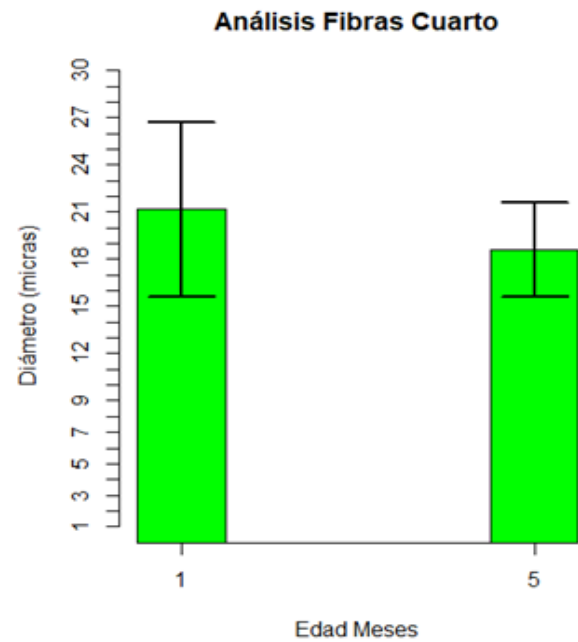


Figura 12: Evolución del diámetro promedio de las fibras, con barras de error, para la zona del cuarto del animal A.

Experiencia 5

Confección de dos nuevos dispositivos, con diseño de 13 puntos, modificados para lograr mejor visibilidad del punto central y aplicación sobre animales.

En tres de los tatuajes hechos sobre el animal con los dispositivos de tatuar modificados, se pudo observar la mayoría de los puntos, mientras que en una de ellas una cicatriz generada debido a una herida que se produjo con posterioridad al tatuado, impidió la visualización de los puntos con claridad. Los dos tipos de dispositivos, el de superficie de la base plana y aguja central más larga y el de la superficie de la base convexa, posibilitaron el correcto marcado del punto central, sin embargo, el dispositivo con las agujas centrales más largas resultó más sencillo de confeccionar (Figuras A17 a A24, apéndice).

Experiencia 6

Empleo de máquina de tatuar de fabricación artesanal, aplicación sobre animales.

En las zonas tatuadas con la máquina de tatuar, de fabricación artesanal, se observó que la mayoría de los puntos quedaron bien marcados (Figuras A25 a A32, apéndice). Operativamente, este método resultó ser fácil y rápido para aplicar el tatuaje.

La limitación de este dispositivo se evidenció en errores de marcado, por diferencias apreciables con el diseño original. Por consiguiente el resultado estuvo sujeto a la pericia del operador para maniobrar la máquina de tatuar. Si bien este método fue más inexacto, los puntos marcados se vieron de mayor diámetro que los obtenidos con los dispositivos anteriores, por lo que se pudieron visualizar más fácilmente.

En esta experiencia, se pudo observar que al evitar el afeitado al ras de la lana, junto con el mojado de la piel, se evitó tener problemas de piel. La máquina peladora dejó una muy leve cantidad de lana sobre la piel y las marcas de tatuaje se podían ver y medir perfectamente.

DISCUSIÓN

Considerando las limitaciones que imponen los tiempos biológicos inherentes al trabajo con organismos vivos y que las observaciones estuvieron supeditadas a la evolución en la expansión de la piel de los animales, la pérdida de un animal, ya sea físicamente o como unidad experimental, representó un inconveniente de gran peso. Se pudo comprobar la importancia de contar con múltiples unidades de experimentación, para cubrir eventuales pérdidas y que no se vea comprometido el seguimiento del crecimiento de los animales.

Adicionalmente es imprescindible tomar medidas tendientes a minimizar riesgos de pérdidas, trabajando con los animales en condiciones ambientales controladas, para prevenir enfermedades, depredación, o robos en el transcurso de la experimentación. Se hace necesario también preservar la marca del tatuaje una vez impresa sobre el animal, evitando lesiones en la piel por elementos punzantes (alambres, fructificaciones, etc.) que originen cicatrices que impidan la visualización de los puntos. De lo expuesto anteriormente se desprende que el lugar en el que los animales deberían permanecer durante el transcurso de la experimentación debería reunir una serie de condiciones a los fines de resolver las problemáticas planteadas.

De la comparación del desempeño de los dispositivos creados tipo sello con el de la máquina de tatuar surge la posibilidad de combinar ambas técnicas. La idea original era utilizar un dispositivo tipo sello, por la relevancia que tiene poder hacer marcas exactamente iguales tanto entre sitios dentro del animal, como entre diferentes animales. Por un lado, la evolución de los dispositivos creados, permitió arribar a una forma que posibilitara lograr un buen marcado de los puntos sobre la piel. Inicialmente un diseño con mayor cantidad de puntos aparentaba ser conveniente porque permitiría medir con mayor precisión la expansión de la piel, sin embargo, las dificultades que se presentaron en el marcado del diseño de 19 puntos, que se agravó en el caso del punto central, desestimó su utilización. Este efecto se debe a la elasticidad de la piel, ya que, al encontrarse más puntos en una misma superficie, la presión se divide entre los puntos y esto hace que al presionar el dispositivo tipo sello, la piel ceda en vez de permitir que las agujas la perforen (efecto 'cama de faquir'). El diseño de 13 puntos resultó sencillo y práctico, mostró los mejores resultados, y gracias a la incorporación de los diseños de base convexa o aguja central más larga posibilitó un buen marcado del punto central, lográndose con este tipo de dispositivo la totalidad de los puntos del diseño.

Por otra parte, la utilización de la máquina de tatuar permitió un resultado aceptable, quedando este último supeditado a la pericia del operador para maniobrar la máquina de tatuar. La totalidad de los puntos quedó bien marcada sobre la piel, de manera que la dificultad en este método reside

en la inexactitud del mismo, ya que los puntos se marcan individualmente, pudiendo alguno de ellos no quedar rigurosamente ubicado en la posición correspondiente.

En futuras investigaciones, una opción para combinar las ventajas de ambos métodos sería utilizarlos como complementarios, resolviendo potenciales inconvenientes en el marcado de los puntos con la técnica del sello, utilizando la máquina de tatuar para remarcar individualmente puntos poco definidos, de manera tal que el esquema general guarde la mayor exactitud posible, logrando así un compromiso adecuado entre buen marcado de puntos y exactitud. La secuencia de implementación implicaría realizar la marca de tatuaje con la técnica del sello, transcurrido un tiempo de aproximadamente dos semanas monitorear el estado de los puntos y, si fuera necesario, remarcar los que resultaran poco visibles con máquina de tatuar.

Las mediciones de expansión de piel resultaron muy dificultosas. Es imperioso hacer modificaciones en las técnicas de registro de los puntos del tatuaje. Una posible solución a esto sería adaptar procedimientos existentes utilizados en otras disciplinas, consistentes en la combinación de fotografías digitales y programas de diseño gráfico vectorial como los empleados en los programas para el escalado de las fotografías y para su descomposición y obtención de medidas (Bustos-Pérez, 2016). El procedimiento consta de una guía con los pasos indicados para la toma de la longitud del perímetro de un objeto de características planas, como la marca de tatuaje (Ver apéndice).

Conociendo las potenciales fuentes de error y para simplificar las mediciones, se recomienda en experimentos posteriores añadir al registro fotográfico un registro de puntos referenciados sobre papel translúcido, para posteriormente escanear y convertir en imagen digital y facilitar la labor de medición con software. Es imprescindible utilizar una escala que cumpla con los requisitos de referencia dimensional reconocible y ausencia de aberraciones de perspectiva sobre papel. Al conocer la dimensión de la escala o distancia de referencia y unidades, el software permite hacer las mediciones ya ajustadas. Además, sería útil referenciar 4 puntos periféricos, en el dispositivo y en el papel, para hacer comparaciones de la posición de un mismo punto en mediciones sucesivas. El registro de los puntos en un plano permitiría, también, sortear el obstáculo que representa hacer mediciones sobre fotografías de una superficie que no es plana, debido principalmente a las arrugas de piel.

Otro punto importante que se reveló a partir del análisis de las muestras de lana es la necesidad de identificar, en las muestras de lana analizadas, las fibras meduladas. Estas fibras deberían ser removidas o separadas del análisis a fin de evitar distorsiones en el resultado de los análisis, dado que su presencia afecta los valores del parámetro diámetro medio de fibras, así como los resultados de su variabilidad. Una alternativa sería establecer, en estudios posteriores, la fecha de inicio de toma de muestras con posterioridad a la caída de las fibras de protección con las que

nace el animal, situada alrededor de los 3 a 8 meses de edad. Sin embargo, en este caso se perdería un período de gran velocidad de crecimiento del animal y por ende la posibilidad de encontrar efectos significativos del estiramiento de la piel sobre el diámetro de la fibra.

En consecuencia, el registro de cambios en la expansión de la piel y su asociación con cambios en el diámetro promedio de la fibra y longitud de mecha no pudo ser establecido. Se plantea para futuros experimentos continuar con el abordaje de esta temática y, disponiendo de la técnica de tatuaje ya ajustada, retomar y concretar el objetivo de la asociación de medición de piel con la medición de atributos de calidad de lana, mediciones de largo de mecha y finura.

CONCLUSIONES

De las dos propuestas evaluadas, la creación de un dispositivo (sello) con diseño circular de 13 puntos y aguja central más larga, permitió el desarrollo de una técnica de tatuaje que permitió plasmar un tatuaje de área definida, con la totalidad de los puntos bien impresos en la piel, perdurabilidad en el tiempo y facilidad de detección *a posteriori*. La técnica admitió la aplicación del tatuaje de manera rápida y con mínima incomodidad para el animal.

A pesar de que la máquina de tatuar de fabricación artesanal presentó imprecisión (error inicial) en el marcado de puntos constituyentes del diseño, podría igualmente ser útil al combinar ambas técnicas.

Con el fin de mejorar las mediciones de estiramiento de piel, es de fundamental importancia registrar los puntos referenciados de la marca de tatuaje en un plano, haciendo una copia en papel translúcido sobre la piel para simplificar y automatizar las mediciones.

La medición de cambio, en el diámetro de las fibras de lana, probablemente hubiera sido más precisa si se hubieran identificado las fibras meduladas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arnau, J. y Bono, R. (2008). Estudios Longitudinales. Modelos de Diseño y Análisis. *Escritos de Psicología* 2(1), 32-41.
- Batista, H. (2013). De por qué no deben tatuarse con "máquinas caseras". Recuperado de <http://henrysbatista.blogspot.com/2013/06/de-por-que-no-deben-tatuarse-con.html>
- Bennett, J. (1973). Regional body surface area of sheep. *The Journal of Agricultural Science*, 81(3), 429-432. doi: 10.1017/s0021859600086469
- Burns, M. (1954). Observations on the development of the fleece and follicle population in Suffolk sheep. *The Journal of Agricultural Science*, 44(1), 86-99. doi: 10.1017/s002185960004538x
- Burns, M. (1966). Merino birthcoat fibre types and their follicular origin. *J. Agric. Sci. Camb.* 66(2), 155–173. doi: <https://doi.org/10.1017/S0021859600062559>
- Bustos-Pérez, G. (2016). Toma de medidas usando fotografías digitales. Repaso experimental a procedimientos existentes, posibles fuentes de error, reproductividad del método y usos potenciales. *Boletín de Arqueología Experimental* 11(2016), 189-199. <https://doi.org/10.15366/baexuam2016.11>
- Caja, G., Ghirardi, J., Hernández-Jover, M., y Garín, D. (2004). Diversity of animal identification techniques: From 'fire age' to 'electronic age'. R. Pauw, S. Mack & J. Maki-Hokkonen (eds.), *Development of Animal Identification and Recording Systems for Developing Countries*: Vol. ICAR Technical Series No. 9 (pp. 21-39). ICAR/FAO Seminar, At Soussa, Tunisia.
- Cetrá B. (2005). Dermatofilosis (estreptotricosis cutánea, lana de piedra). *INTA Noticias y Comentarios* N° 395.
- Dickson, C. y Elias Costa, M. (2010). Dermatofilosis humana y animal. Presentación de un caso atípico y revisión de la literatura. *Dermatología Argentina* 16(5), 349-353.
- Dry, F. y Ross, J. (1944). Kemp in New Zealand Romney Sheep and its Significance for Mountain Breeds. *Nature*, 154(3915), 612-613. doi: 10.1038/154612a0
- Fábregas, X. (2018). Defectos en cueros de bovino, pieles de lanar y caprino, y lanas de ovino. Repositorio Digital de la Universitat Autònoma de Barcelona: <https://ddd.uab.cat/record/195245?ln=ca>
- Fraser, A. (1951). Competition between Skin Follicles in Sheep. *Nature*, 167(4240), 202-203. doi: 10.1038/167202b0
- Google (s.f). [Mapa de Bahía Blanca, Argentina en Google maps]. Recuperado el 8 de Diciembre, 2020, de:

- <https://www.google.com/maps/place/Bah%C3%ADa+Blanca,+Provincia+de+Buenos+Aires/@-38.7204803,-62.3691526,10z/data=!4m5!3m4!1s0x95edbcabdc1302bd:0x76d1d88d241e7a11!8m2!3d-38.7183177!4d-62.2663478>
- Guerisoli, M.(2018). *Ecología del puma (Puma concolor) en el Espinal: un acercamiento enfocado en el efecto de los factores antrópicos* (Tesis doctoral). Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina. <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/4440>
- Humane Farm Animal Care. (2013). *Normas de bienestar animal. Ovinos*. <https://certifiedhumane.org/wp-content/uploads/Std13S-Sheep-8SG.pdf>
- Hynd, P. (1982). *Wool growth efficiency: a study of the effects of liveweight status and diet on wool growth* (Thesis Ph.D.) University of Adelaide, Adelaide, Australia. <file:///C:/Users/User/Downloads/02whole.pdf>
- Irazoqui, H. (1987). *Los Ovinos y Su Explotación*. (1ra. ed.). Buenos Aires, Argentina: Editorial Hemisferio Sur S.A.
- Kemper, K., Smith, J. y Purvis, I. (2003). The value of birthcoat score as an early age selection criterion for superfine Merino sheep. *Proc. Assoc. Advmt. Anim. Breed. Genet.* 15, 139-142.
- Neary, M. y Yager, A. (2002). *Methods of Livestock Identification*. Purdue University, Department of Animal Sciences, West Lafayette. <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/AS/AS-556-W.pdf>
- Norris, B. Colditz, I., y Dixon, T. (2008). Fleece rot and dermatophilosis in sheep. *Veterinary Microbiology*, 128(3-4), 217-230. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2007.10.024>
- OIE - World Organization for Animal Health. (15 de mayo de 2020). *Capítulo 7.1. Introducción a las recomendaciones para el bienestar de los animales. Código Sanitario para los Animales Terrestres 2019a*. https://www.oie.int/index.php?id=169&L=2&htmfile=chapitre_aw_introduction.htm
- OIE - World Organization for Animal Health. (15 de mayo de 2020). *Capítulo 7.8. Utilización de animales en la investigación y educación. Código Sanitario para los Animales Terrestres 2019b*. https://www.oie.int/index.php?id=169&L=2&htmfile=chapitre_aw_research_education.htm
- Partidos of Buenos Aires. (8 de diciembre de 2020). En Wikipedia. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Partidos_of_Buenos_Aires&oldid=968059700

- Pereira, J. (2012). Definir la escala en una imagen, cálculo de áreas y distancias [Mensaje en un blog]. Digital Heritage. Recuperado de <http://www.jpereira.net/apuntes-brevs/definir-escala-en-una-imagen-calculo-de-areas-y-distancias>
- Pérez-Cotapos, M. y Cossio, M. (2006). Tatuajes y perforaciones en adolescentes. *Revista Médica Chile* 134(10), 1322-1329 doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872006001000018>
- Robles, C., y Olaechea, F. (2001). Salud y enfermedades de las majadas. (Borrelli, P y Oliva G, (Ed.), *Ganadería ovina sustentable en la Patagonia Austral. Tecnología de Manejo Extensivo* (pp. 225-243). INTA. Reg. Pat. Sur.
- Rodríguez Iglesias, R., Pevsner, D., Álvarez, R., Verniere, E., y Sacchero, D. (2009). Variabilidad espacial de atributos de calidad de lana en vellones ovinos. 3. Covariación entre diámetro medio y largo de mecha. *Revista Argentina de Producción Animal* 29 (Supl.1), 19-20.
- Rodríguez Iglesias, R., Pevsner, D., Rosas, C., y Sacchero, D. (2013). High-resolution spatial phenotyping of fibre diameter and staple length over Corriedale sheep fleeces. *Small Ruminant Research*, 113(1), 80-89. doi: 10.1016/j.smallrumres.2013.02.001
- Rogers, G. (2006). Biology of the wool follicle: an excursion into a unique tissue interaction system waiting to be re-discovered. *Experimental Dermatology*, 15(12), 931-949. doi: 10.1111/j.1600-0625.2006.00512.x
- Roseby, F. (1970). The Effect of Fasciolosis on the Wool Production of Merino Sheep. *Australian Veterinary Journal*; 46(8):361-5. DOI: 10.1111/j.1751-0813.1970.tb15573.x
- Ross, M., y Pawlina, W. (2007). *Histología. Texto y Atlas color con Biología Celular y Molecular*. (5a ed.). Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana S.A.
- Sánchez Belda, A. (1958). *Tatuaje del ganado lanar*. Min. Agric. Hojas divulgadoras N° 5-58 H http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1958_05.pdf
- SketchUp (Pro). (2019). Windows/MacOS. Sunnyvale, California: Trimble Inc.
- Schinckel P.G. (1960). Variation in feed intake as a cause of variation in wool production of grazing sheep. *Australian Journal of Agricultural Research* 11(4), 585. doi: 10.1071/ar9600585
- Schreiver, I., Hesse, B., Seim, C., Castillo-Michel, H., Villanova, J., Laux, P., Dreiack, N., Penning, R., Tucoulou, R., Cotte, M. y Luch, A. (2017). Synchrotron-Based v-XRF Mapping and μ -FTIR Microscopy Enable to Look into the Fate and Effects of Tattoo Pigments in Human Skin. *Scientific Reports* 7, 11395 doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-11721-z>
- Scobie, D., Young, S., O'Connell, D. y Eythorsdottir, E. (2006). Skin wrinkles of the sire adversely affect Merino and halfbred pelt characteristics and other production traits.

Australian Journal of Experimental Agriculture 45(12), 1551-1557
<https://doi.org/10.1071/EA03202>

Wodzicka-Tomaszewska, M. (1958). Studies on the thickness and chemical composition of the skin of sheep. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 1(4), 582-591. doi: 10.1080/00288233.1958.10431543

Wodzicka-Tomaszewska, M., y Bigham, M.L. (1968). The tattooed patch technique for measurement of wool growth. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 11(4), 943-947. doi: 10.1080/00288233.1968.10422428

Yeates, N., Edey, T. y Hill, M. (1975). *Animal Science. Reproduction, Climate, Meat, Wool.* (pp 255-277). Recuperado de <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-018209-4.50021-4>

APÉNDICE

Listado de materiales utilizados en la confección de dispositivos de resina

- Agujas para tatuar (needles made from 316 L stainless steel. Length 43 mm diameter 0,30 mm)
- Cable plástico flexible
- Adhesivo instantáneo La Gotita
- Goma eva
- Resina y catalizador Mek
- Caño de PVC con base plana ($\varnothing \approx 50$ mm)
- Vaso plástico
- Vaso de vidrio
- Base cóncava cerámica
- Plastilina
- Bandas elásticas
- Balanza

Experiencia 1



Figura A1: Vista lateral del dispositivo prototipo a pequeña escala para tatuar.

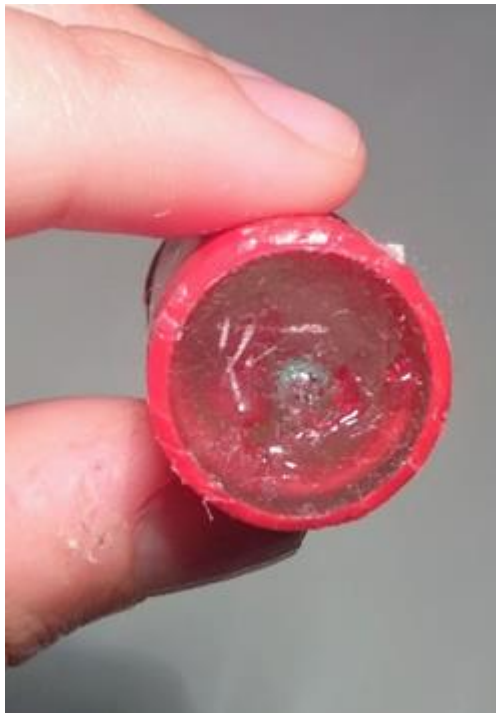


Figura A2: Vista frontal del dispositivo prototipo para tatuar.

Experiencia 2



Figura A3: Aguja empaquetadas montadas sobre capas de goma eva, modelo de 19 puntos.



Figura A4: Incorporación dentro de recipiente contenedor y adición de resina

Experiencia 3



Figura A5: Ensamble de recipiente contenedor.



Figura A6: Vista inferior del dispositivo de resina de base plana con diseño de 13 puntos.

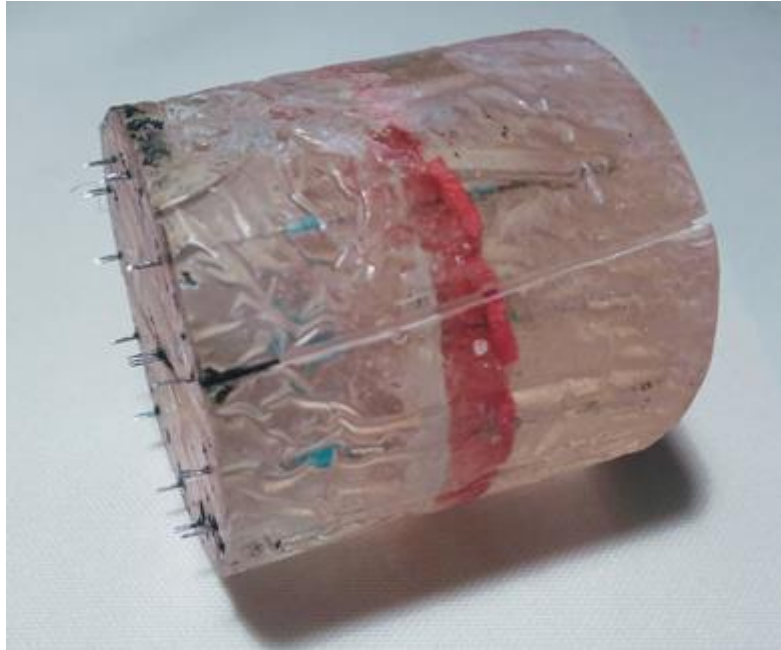


Figura A7: Vista lateral del dispositivo de resina de base plana con diseño de 13 puntos.

Experiencia 4



Figura A8: Argerich, primera fecha 17/10/17, sobre el animal A, inmovilización en mesa, toma de muestras de cada una de las zonas muestreadas.

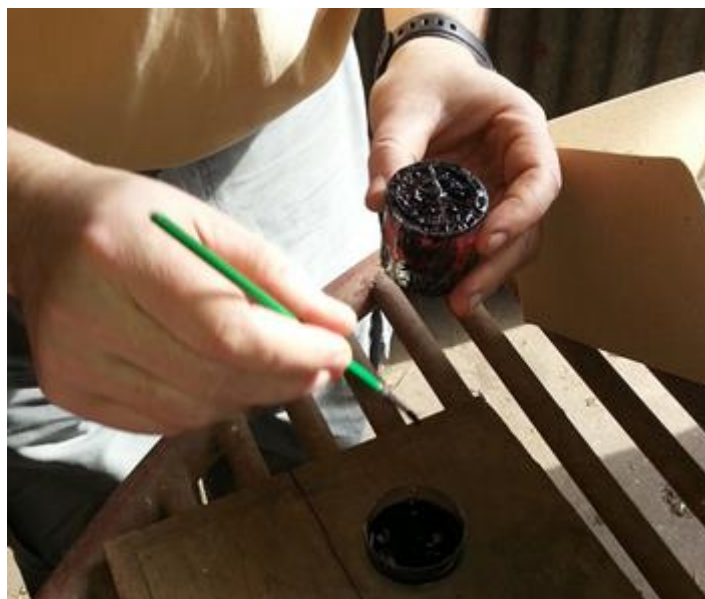


Figura A9: Cargado de tinta a las agujas, modelo de 19 puntos.



Figura A10: Impresión de tatuaje.

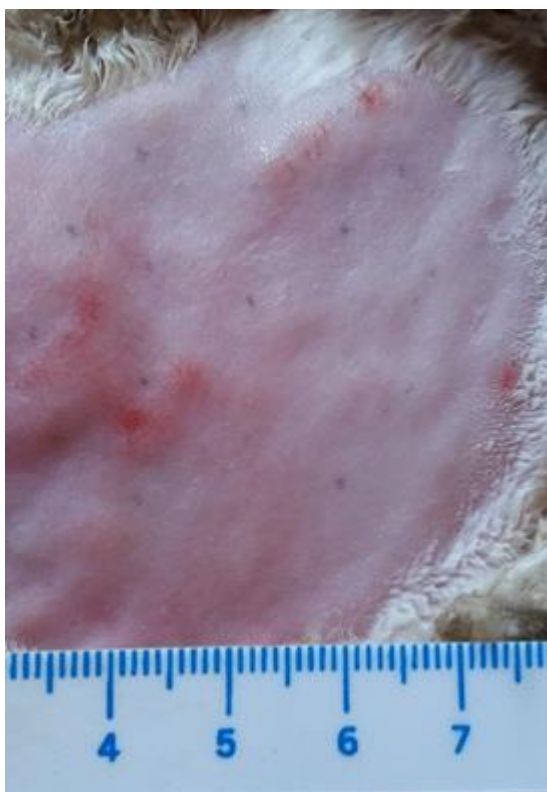


Figura A11: Argerich, segunda fecha 14/11/17, animal A, Paleta I (Diseño de 19 puntos).

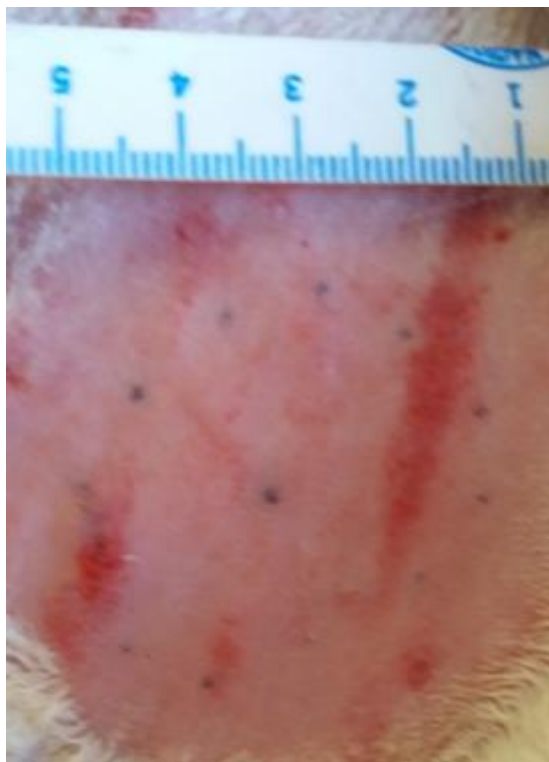


Figura A12: Argerich, segunda fecha 14/11/17, animal A, Costillar I (Diseño de 13 puntos).



Figura A13: Argerich, segunda fecha 14/11/17, animal A, Cuarto I (Diseño de 13 puntos).



Figura A14: Argerich, tercera fecha 7/03/18, animal A, Paleta II (Diseño de 19 puntos)

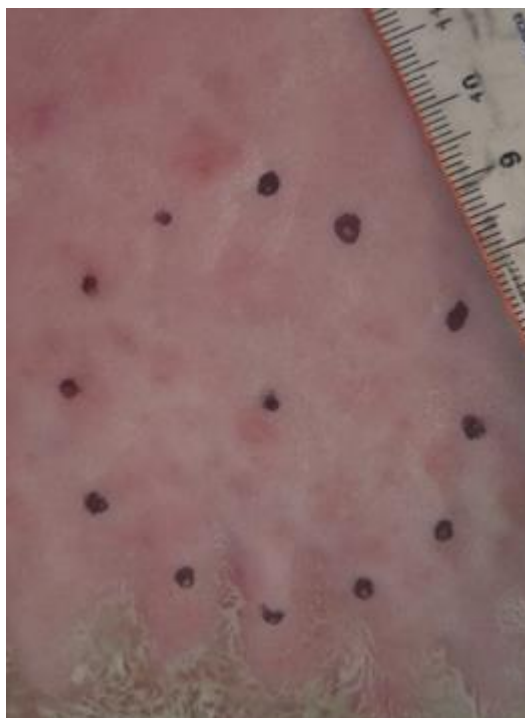


Figura A15: Argerich, tercera fecha 7/03/18, animal A, Costillar II (Diseño de 13 puntos).



Figura A16 : Argerich, tercera fecha 7/03/18, animal A, Cuarto II (Diseño de 19 puntos).

Experiencia 5



Figura A17: Vista inferior del dispositivo de resina con base convexa.



Figura A18: Vista lateral del dispositivo de resina con base convexa.



Figura A19: Vista inferior del dispositivo de resina con base plana y paquete central de agujas más largo.



Figura A20: Vista lateral del dispositivo de resina con base plana y paquete central de agujas más largo.



Figura A21: Agronomía, animal C, Cuarto. Marca de tatuaje hecha con el dispositivo de base convexa. Buen marcado del punto central y de los puntos periféricos.



Figura A22: Agronomía, animal C, Cuarto. Marca de tatuaje hecha con el dispositivo de base convexa. Buen marcado del punto central y de los puntos periféricos.



Figura A23: Agronomía, animal C, Cuarto. Marca de tatuaje hecha con el dispositivo de base plana y aguja central más larga. La presencia de una cicatriz impide la visualización de todos los puntos.



Figura A24: Agronomía, animal C, Cuarto. Marca de tatuaje hecha con el dispositivo de base plana y aguja central más larga. Buen marcado del punto central y de los puntos periféricos.

Experiencia 6



Figura A25: Agronomía, animal D, Cuarto. Modelo de puntos en tinta rosa, del diseño de 13 puntos, sobre la piel hecho con plantilla perforada.



Figura A26: Vista lateral de la máquina de tatuar de fabricación artesanal durante el procedimiento de tatuado.



Figura A27: Agronomía, animal D, Costillar. Marcado individual de puntos del tatuaje sobre el modelo en tinta rosa, vista inmediatamente después de la inoculación de tinta negra.

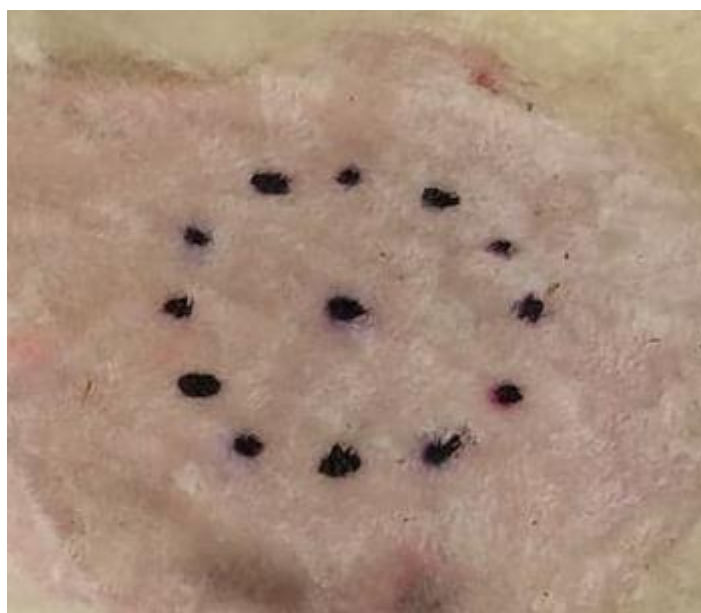


Figura A28: Agronomía, animal D, Paleta. Marcado individual de puntos del tatuaje sobre el modelo en tinta rosa vista inmediatamente después de la inoculación de tinta negra.



Figura A29: Agronomía, animal E, Cuarto. Marcado individual de puntos del tatuaje sobre el modelo en tinta rosa, vista inmediatamente después de la inoculación de tinta negra.



Figura A30: Agronomía, animal E, Costillar. Marcado individual de puntos del tatuaje sobre el modelo en tinta rosa, vista inmediatamente después de la inoculación de tinta negra.

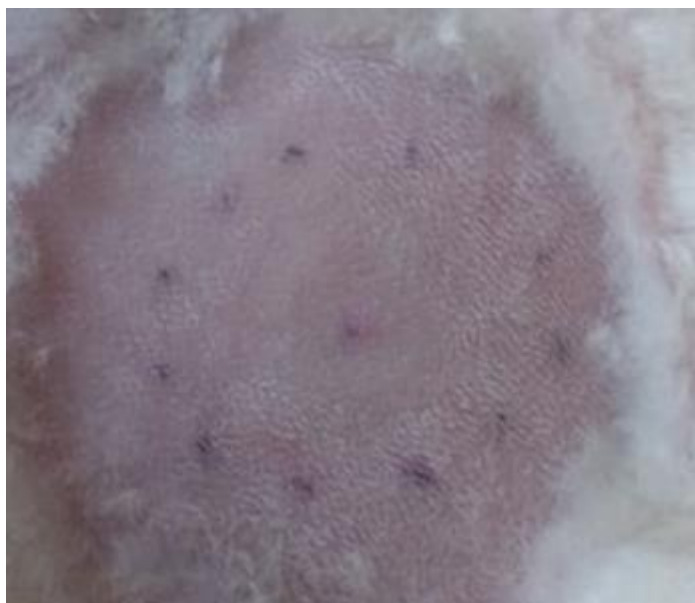


Figura A31: Agronomía, animal D, Costillar. Vista de marca de tatuaje 15 días después de inoculada la tinta.



Figura A32: Agronomía, animal E, Costillar. Vista de marca de tatuaje 15 días después de inoculada la tinta.

Ejemplo de guía de medición de longitud del perímetro de un objeto de características planas (marca de tatuaje) con Adobe Photoshop (Bustos-Pérez, 2016).

1. Realizar la fotografía de tal forma que el objeto fotografiado y la cámara estén en planos paralelos. La fotografía del objeto debe realizarse con una escala de referencia (para facilitar los siguientes pasos se recomienda que la escala sea mayor que el objeto) y con el objeto en una posición centrada, de tal forma que se evitan los errores de paralaje y distorsión del objetivo.
2. Abrir la imagen con Adobe Photoshop, y usando la herramienta “recortar”, ajustar el ancho de la imagen a la escala usada como referencia. En la opción “Imagen” seleccionar “Tamaño de imagen...” y adecuar las dimensiones a las de la escala. Se debe deseleccionar la opción “Remuestrear imagen” (resample image must be unchecked). Esto permite escalar la imagen, y reajusta los ratios de dimensiones horizontal y vertical de los píxeles.
3. Usando la herramienta “varita mágica” (magic wand), seleccionar el fondo y borrar, también puede seleccionarse el contorno de la pieza con el lazo magnético (magnetic lasso) y recortar de la capa. Una vez eliminado el fondo, seleccionar “Imagen”, “Ajustes”, “Tono/Saturación”, y reducir la luminosidad al mínimo. De esta forma la imagen queda una silueta negra en un fondo claro. Guardar como archivo de imagen.
4. Abrir Inkscape e importar el archivo de imagen. Asegurarse de que las dimensiones del archivo importado se corresponden con las dimensiones establecidas a través de la escala y Photoshop. En la opción “Trayecto” (path) seleccionar “Vectorizar mapa de bits” (vectorize image). De esta forma la silueta queda descompuesta en una serie de gráficos vectoriales que hacen manipulable su contorno e interior.
5. Una vez obtenida la imagen vectorial, seleccionar la opción “sin relleno” y establecer el trazo. De esta forma únicamente queda el perímetro de la silueta.
6. Suprimir, si se desea, porciones del trayecto mediante la opción “romper el trayecto en los nodos seleccionados” (break path). Una vez obtenido el trayecto deseado seleccionar “Extensiones”, “Mostrar trayecto”, “Medir trayecto...” (“extensions; show path; measure path”) y seleccionar las unidades en las que desea que el trayecto sea medido. El resultado se mostrará en la pantalla.

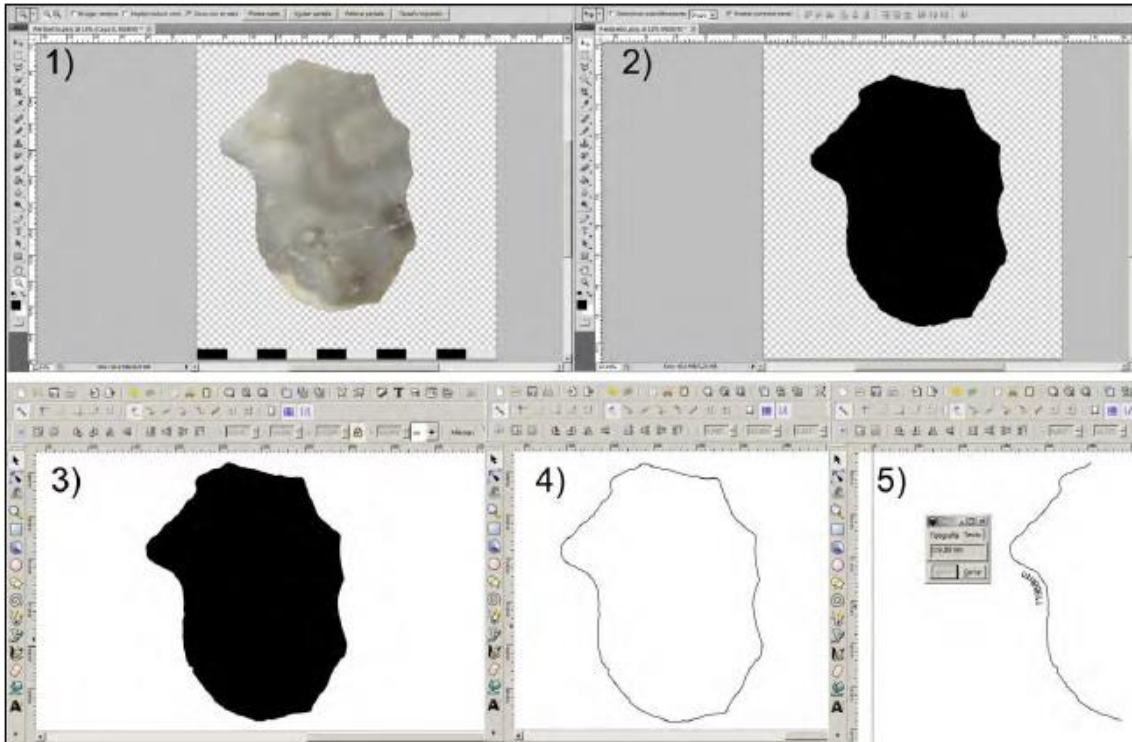


Figura A13: Ilustración de los pasos descritos la guía de medición con Adobe Photoshop.